

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS**

**IMPLEMENTACIÓN DE LA RED DEL LABORATORIO DE  
TECNOLOGÍA INDUSTRIAL DE LA ESFOT-EPN**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN  
ELECTROMECAÁNICA**

**BRYAN RENÉ QUISHPE GUAMÁN**

**bryan.quishpe@epn.edu.ec**

**HITLER YANDRI CENTENO TUÁREZ**

**hitler.centeno@epn.edu.ec**

**DIRECTOR: ING. ALAN DANIEL CUENCA SÁNCHEZ**

**alan.cuenca@epn.edu.ec**

**CODIRECTOR: ING. CARLOS ORLANDO ROMO HERRERA MSC.**

**carlos.romo@epn.edu.ec**

**Quito, abril del 2019**

## **DECLARACIÓN**

Nosotros, Bryan René Quishpe Guamán y Hitler Yandri Centeno Tuárez, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Sin perjuicio de los derechos reconocidos en el primer párrafo del artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación –COESC-, somos titulares de la obra en mención y otorgamos una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva de uso con fines académicos a la Escuela Politécnica Nacional. Entregaremos toda la información técnica pertinente. En el caso de que hubiese una explotación comercial de la obra por parte de la EPN, se negociara los porcentajes de los beneficios conforme lo establece la normativa nacional vigente.

---

**Bryan René Quishpe Guamán**  
**CI: 1720670031**

---

**Hitler Yandri Centeno Tuárez**  
**CI:1723249908**

## **CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por Bryan René Quishpe Guamán y Hitler Yandri Centeno Tuárez, bajo nuestra supervisión.

---

**Ing. Alan Daniel Cuenca Sánchez**

**DIRECTOR DE PROYECTO**

---

**Ing. Carlos Orlando Romo Herrera**

**CODIRECTOR DE PROYECTO**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mi Dios por permitirme tener salud y vida para prepararme en el camino de la sabiduría, conocimiento y responsabilidades para llegar a ser un excelente ser humano, asimismo un excelente profesional.

Agradezco a mis padres y hermanos que siempre me apoyaron en las decisiones más difíciles como en las celebraciones de mis logros conseguidos en mi vida estudiantil, por brindarme su sabiduría y consejos a pesar de mis tropiezos. A cada uno de los integrantes de mi familia les agradezco con todo mi corazón por su amor y paciencia para alcanzar el éxito.

A mis amigos, con quienes he compartido momentos gratos de mi vida estudiantil, a la Escuela Politécnica Nacional quien me ha nutrido de conocimientos, responsabilidades y valores como también a la Escuela de Formación de Tecnólogos por la enseñanza, conocimientos y dedicación transmitidos en todo el tiempo de la carrera los cuales son fundamentales para nuestra vida profesional.

Agradezco a cada uno de mis profesores por tener la sabiduría y el don de la enseñanza para que en cada momento de flacidez sepan guiar y motivar al estudiante para que cada día mejore.

Bryan

## **AGRADECIMIENTO**

Le agradezco a Dios por permitirme tener y disfrutar a mi familia, gracias a mi familia por apoyarme en cada paso que he dado y en cada proyecto realizado y permitirme cumplir con excelencia en el desarrollo de esta tesis, y le doy gracias a la vida por demostrarme lo hermosa y lo justa que puede llegar a ser.

Además, quiero agradecer a mi compañeros y amigos, por todos esos preciados momentos que hemos vivido durante tantos años, a los cuales los considero únicos, y que a pesar de haber existido altos y bajos en mi vida siempre estuvieron allí para apoyarme en todo momento, en cada error cometido, en cada nueva oportunidad y en cada nuevo comienzo.

Y un último agradecimiento para todos esos maestros, de toda mi vida, desde la escuela hasta la universidad, los cuales supieron guiarme de la manera más correcta sin dejar de creer en mí en ningún momento, apoyándome y dándome ánimos siempre, para que pudiese alcanzar mi máximo potencial.

Yandri

## **DEDICATORIA**

Toda mi vida y mis logros siempre serán para ti mi Dios, el único que merece ser recompensado por todo el inmenso amor que cada día me brindas sin esperar nada a cambio, te dedico este proyecto.

A mi amada y querida familia, porque siempre he podido contar con ella, porque me han enseñado el valor del respeto, responsabilidad y honestidad en cada paso que he dado en mi vida, me han dado amor, razón por el cual me nace el luchar y llegar a conseguir todos mis sueños ya que sin su apoyo me hubiese sido imposible conseguir una meta más en mi vida de muchas que aún tengo en mente obtenerlas.

A cada uno de mis profesores quienes impartieron su conocimiento y paciencia para que ahora puedan decir que formaron excelentes profesionales.

Bryan

## DEDICATORIA

Todo el trabajo realizado en este proyecto va principalmente dedicado a Dios, por convertirse en la fuerza en inspiración necesaria para mantenerme firme y enfocado en obtener y alcanzar mis anhelos más deseados.

A mis padres y hermana, por todo su cariño, su labor y sacrificio, en todos los años de mi vida, ya que sin su apoyo incondicional hacia mí no hubiera podido llegar hasta donde estoy ni ser el hombre de bien en que me he convertido. Y a los cuales les debo la vida y que se han convertido en el pilar de mi existencia y en el motor que me mueve para continuar y alcanzar nuevas metas.

Además, quiero hacer énfasis en todas esas personas que me ha apoyado a lo largo de mi carrera, y que han puesto de su parte para que este trabajo se realice con éxito, y muy en especial a todas esas personas que me abrieron sus puertas y compartieron sus conocimientos conmigo.

Yandri

# ÍNDICE

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....  | <b>1</b>  |
| <b>1.1 Planteamiento del problema</b> .....                                     | <b>1</b>  |
| <b>1.2 Justificación</b> .....  | <b>2</b>  |
| <b>1.3 Objetivos</b> .....  | <b>3</b>  |
| • <b>Objetivo General</b> .....   | <b>3</b>  |
| • <b>Objetivos específicos</b> .....  | <b>3</b>  |
| <b>2. METODOLOGÍA</b> .....   | <b>4</b>  |
| <b>2.1 Descripción de la metodología utilizada</b> .....                        | <b>4</b>  |
| <b>2.2 Técnicas e instrumentos empleados en la ejecución del proyecto</b> ..... | <b>4</b>  |
| <b>3. EJECUCIÓN Y RESULTADOS</b> .....  | <b>7</b>  |
| <b>3.1 Conexión Maestro-Esclavo</b> .....                                       | <b>7</b>  |
| • <b>Conexión de los autómatas</b> .....  | <b>7</b>  |
| • <b>Restablecimiento de direcciones IP de los autómatas</b> .....              | <b>8</b>  |
| • <b>Asignación de dirección IP a los autómatas</b> .....                       | <b>9</b>  |
| • <b>Asignación de nombres a los autómatas</b> .....                            | <b>10</b> |
| • <b>Agregar dispositivos al proyecto</b> .....                                 | <b>12</b> |
| • <b>Conexión de dispositivos</b> .....   | <b>12</b> |
| • <b>Configuración de marcas de ciclo en los autómatas</b> .....                | <b>13</b> |
| • <b>Algoritmos de conexión Master-Slave</b> .....                              | <b>14</b> |
| <b>3.2 Sistemas didácticos de control de procesos</b> .....                     | <b>20</b> |
| • <b>Planta de domótica</b> .....   | <b>21</b> |
| • <b>Planta de control de puente levadizo</b> .....                             | <b>21</b> |
| • <b>Planta de control de nivel por presión hidrostática</b> .....              | <b>22</b> |
| • <b>Accionamiento de motores</b> .....   | <b>24</b> |
| <b>3.3 Dispositivos HMI</b> .....   | <b>24</b> |
| • <b>Configuración de la Pantalla Táctil KTP700 Basic PN</b> .....              | <b>27</b> |
| • <b>Configuración del Sm@rtClient</b> .....                                    | <b>34</b> |
| • <b>Configuración del Sm@rtClient desde un Smart phone</b> .....               | <b>35</b> |
| • <b>Comunicación de los dispositivos</b> .....                                 | <b>38</b> |
| <b>3.4 Interfaz humano máquina del ordenador</b> .....                          | <b>39</b> |
| <b>3.5 HMI en pantalla táctil KTP 700 BASIC PANEL</b> .....                     | <b>53</b> |
| <b>3.6 Algoritmos de control</b> .....  | <b>57</b> |

|  |           |
|--|-----------|
| 3.7 Pruebas de conexión y funcionamiento .....                             | 57        |
| 3.8 Manuales de usuario y mantenimiento .....                              | 62        |
| 3.9 Prácticas de laboratorio .....   | 62        |
| <b>4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>                             | <b>62</b> |
| 4.1 Conclusiones .....   | 62        |
| 4.2 Recomendaciones .....  | 65        |
| <b>5. BIBLIOGRAFÍA .....</b>   | <b>68</b> |
| <b>6. ANEXOS .....</b>   | <b>69</b> |
| ANEXO A: Manual de configuración de la red.....                            | 70        |
| ANEXO B: Manual de utilización y características KTP 700 Basic Panel ..... | 96        |
| ANEXO C: Hojas Guías.....  | 102       |
| ANEXO D: Diagrama SCADA de la red implementada .....                       | 109       |
| ANEXO E: Algoritmos de control y tablas de variables .....                 | 111       |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 3.1 Búsqueda de los autómatas en la tarjeta de red del ordenador .....          | 7  |
| Figura 3.2 Conexión de los seis autómatas.....   | 8  |
| Figura 3.3 Restablecimiento de la configuración de los autómatas .....                 | 8  |
| Figura 3.4 Restablecimiento del módulo .....   | 9  |
| Figura 3.5 Asignación de la dirección IP para los autómatas.....                       | 9  |
| Figura 3.6 Colocación de la dirección IP del autómata .....                            | 10 |
| Figura 3.7 Asignación del nombre al autómata .....                                     | 11 |
| Figura 3.8 Verificación de las diferentes asignaciones en los autómatas .....          | 11 |
| Figura 3.9 Agregar dispositivos al software. ....                                      | 12 |
| Figura 3.10 Conexión de los autómatas en una misma red .....                           | 13 |
| Figura 3.11 Configuración de marcas de ciclo en el autómata.....                       | 14 |
| Figura 3.12 Marcas de sistema y de ciclo de los autómatas.....                         | 15 |
| Figura 3.13 Bloque de sistema TSEND.....   | 15 |
| Figura 3.14 Configuración del bloque de sistema TSEND.....                             | 16 |
| Figura 3.15 Creación del bloque de datos para el Slave 1.....                          | 16 |
| Figura 3.16 Marca de ciclo M100.0 .....  | 17 |
| Figura 3.17 Estado de la conexión.....   | 17 |
| Figura 3.18 Bloque de sistemas configurado para el Master .....                        | 18 |
| Figura 3.19 Bloque de sistema TRCV .....   | 18 |
| Figura 3.20 Creación del bloque de datos del Slave al Master .....                     | 19 |
| Figura 3.21 Colocación de la marca de ciclo y estado de la conexión para el Slave..... | 19 |
| Figura 3.22 Bloque de sistemas configurado para el Slave .....                         | 20 |
| Figura 3.23 Módulo de la Planta de domótica.....                                       | 21 |
| Figura 3.24 Módulo de la Planta de control de puente levadizo .....                    | 22 |
| Figura 3.25 Módulo de la Planta de control de nivel por presión hidrostática .....     | 23 |
| Figura 3.26 Módulo del accionamiento de motores .....                                  | 24 |
| Figura 3.27 WinCC RT Advanced .....  | 25 |
| Figura 3.28 Activación de la opción Sm@rtServer.....                                   | 26 |
| Figura 3.29 Pantalla Simatic Siemens .....   | 26 |
| Figura 3.30 Asistente del panel de KTP700 Basic PN (Conexiones de PLC).....            | 27 |
| Figura 3.31 Asistente del panel de KTP700 Basic PN (Formato de imagen).....            | 27 |
| Figura 3.32 Asistente del panel de KTP700 Basic PN (Avisos) .....                      | 28 |
| Figura 3.33 Asistente del panel de KTP700 Basic PN (Imágenes) .....                    | 29 |
| Figura 3.34 Asistente del panel de KTP700 Basic PN (Imágenes de sistema) .....         | 29 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 3.35 Asistente del panel de KTP700 Basic PN (Botones) .....   | 30 |
| Figura 3.36 Pantalla principal del dispositivo táctil.....   | 30 |
| Figura 3.37 Interfaz de red de trabajo.....  | 31 |
| Figura 3.38 Asignación de la dirección IP y subred del dispositivo táctil .....                                | 32 |
| Figura 3.39 Configuraciones de internet .....  | 32 |
| Figura 3.40 Configuración del Sm@rtServer en el dispositivo táctil.....  | 33 |
| Figura 3.41 Security Settings del dispositivo táctil.....  | 33 |
| Figura 3.42 Ubicación de la aplicación Sm@rtClient .....   | 34 |
| Figura 3.43 Dirección IP del dispositivo táctil u ordenador .....  | 35 |
| Figura 3.44 Colocación de la contraseña del servidor.....  | 35 |
| Figura 3.45 Aplicación de Sm@rt Client .....   | 36 |
| Figura 3.46 Ejecución de la aplicación Sm@rt Client .....  | 36 |
| Figura 3.47 Ventana principal de la aplicación Sm@rt Client .....  | 37 |
| Figura 3.48 Colocación de datos para el funcionamiento de la aplicación .....                                  | 37 |
| Figura 3.49 Configuración del módulo de comunicación .....   | 38 |
| Figura 3.50 Todos los dispositivos en la misma red .....   | 38 |
| Figura 3.51 Pantalla de inicio desde el ordenador.....   | 39 |
| Figura 3.52 Menú principal de la interfaz en el ordenador .....  | 40 |
| Figura 3.53 Pantalla principal de la interfaz de la planta de domótica en el ordenador .....                   | 42 |
| Figura 3.54 Interfaz del control e iluminación .....   | 44 |
| Figura 3.55 Pantalla de inicio del puente levadizo en el ordenador .....                                       | 46 |
| Figura 3.56 Interfaz del puente elevadizo en el ordenador .....  | 46 |
| Figura 3.57 Pantalla principal de la planta de control de nivel por presión hidrostática en el ordenador ..... | 47 |
| Figura 3.58 Interfaz de la planta de presión hidrostática en el ordenador .....                                | 48 |
| Figura 3.59 Pantalla principal del accionamiento de motores en el ordenador .....                              | 51 |
| Figura 3.60 Interfaz del accionamiento de motores en el ordenador .....  | 51 |
| Figura 3.61 Pantalla de inicio general en la pantalla táctil .....   | 53 |
| Figura 3.62 Pantalla principal de la planta de domótica en la pantalla táctil .....                            | 54 |
| Figura 3.63 Interfaz del control de domótica en la pantalla táctil.....  | 54 |
| Figura 3.64 Interfaz del control de iluminación en la pantalla táctil .....                                    | 55 |
| Figura 3.65 Pantalla principal de control de puente levadizo en la pantalla táctil.....                        | 55 |
| Figura 3.66 Pantalla principal de control de nivel por presión hidrostática en la pantalla táctil .....        | 56 |
| Figura 3.67 Pantalla principal del accionamiento de motores en la pantalla táctil.....                         | 56 |
| Figura 3.68 Prueba de funcionamiento del dispositivo táctil .....  | 57 |
| Figura 3.69 Prueba de funcionamiento de dispositivos inalámbricos .....  | 58 |
| Figura 3.70 Prueba de funcionamiento de la Planta de control de domótica .....                                 | 58 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 3.71 Prueba de funcionamiento de la Planta de control de puente levadizo .....               | 59 |
| Figura 3.72 Prueba de funcionamiento de la Planta de control de nivel por presión hidrostática..... | 60 |
| Figura 3.73 Prueba de funcionamiento del módulo de accionamiento de motores (primera etapa) .....   | 61 |
| Figura 3.74 Prueba de funcionamiento del módulo de accionamiento de motores (segunda etapa).....    | 61 |

## **ÍNDICE DE TABLAS**

|  |    |
|--|----|
| Tabla 3.1 Elementos de la pantalla de inicio desde el ordenador .....                              | 39 |
| Tabla 3.2 Elementos de la pantalla del menú principal .....  | 41 |
| Tabla 3.3 Elementos de la pantalla principal de la planta de domótica .....                        | 42 |
| Tabla 3.4 Elementos de la pantalla secundaria de la planta de domótica .....                       | 44 |
| Tabla 3.5 Elementos de la pantalla de la planta de control de puente levadizo .....                | 47 |
| Tabla 3.6 Elementos de la pantalla de la planta de control de nivel por presión hidrostática ..... | 49 |
| Tabla 3.7 Elementos de la pantalla del accionamiento de motores .....                              | 52 |

## RESUMEN

El presente proyecto de titulación, “IMPLEMENTACIÓN DE LA RED DEL LABORATORIO DE TECNOLOGÍA INDUSTRIAL DE LA ESFOT-EPN”, pretende servir como un soporte didáctico en el proceso de enseñanza y aprendizaje a los alumnos de la carrera de Tecnología en Electromecánica. El módulo didáctico entregado al Laboratorio de Tecnología Industrial permitirá a los alumnos realizar prácticas referentes a la programación y conexión entre PLC´s formando una red para controlar, supervisar y monitorear las diferentes plantas que se encuentran en el laboratorio por medio del uso de un ordenador, una pantalla táctil y un teléfono inteligente. El proyecto consta de cuatro capítulos, que se resumen a continuación.

El capítulo uno contiene la introducción y características de la investigación, además del planteamiento del problema, que parte de la necesidad de complementar el Laboratorio de Tecnología Industrial; asimismo, se encuentra la justificación, que señala la razón de por qué y para qué se implementa el proyecto, y los objetivos, general y específicos.

El capítulo dos describe la metodología empleada para el desarrollo del proyecto y expone las actividades necesarias para el cumplimiento de los objetivos, utilizando técnicas e instrumentos en la ejecución del mismo.

El capítulo tres detalla el análisis de resultados, donde se indica configuraciones de conexión, utilización de sistemas didácticos, desarrollo de algoritmos de control e interfaz humano máquina, pruebas de funcionamiento y manual de usuario.

El capítulo cuatro muestra las conclusiones y recomendaciones obtenidas de la ejecución y funcionamiento del proyecto.

## **ABSTRACT**

The present project of qualification, "IMPLEMENTATION OF THE NETWORK OF THE INDUSTRIAL TECHNOLOGY LABORATORY OF THE ESFOT-EPN", intends to serve as a didactic support in the teaching and learning process to the students of the Electromechanical Technology career. The didactic module delivered to the Industrial Technology Laboratory allowed students to perform specific practices for programming and connection between PLCs forming a network to control, supervise and monitor the different plants that are in the laboratory through the use of the computer, a screen Touch and a smartphone. The constant four-chapter project, which is summarized below.

Chapter one contains the introduction and characteristics of the investigation, in addition to the problem statement, the part of the need to complement the Industrial Technology Laboratory; specifically, there is the justification, which indicates the reason why and why the project is implemented, and the objectives, general and specific.

Chapter two describes the methodology used for the development of the project and expose the activities necessary for the fulfillment of the objectives, the use of techniques and instruments in its execution.

Chapter three details the analysis of results, which indicates connection configurations, use of didactic systems, development of control algorithms and human machine interface, functional tests and user manual.

Chapter four shows the conclusions and recommendations obtained from the execution and operation of the project.

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 Planteamiento del problema

La implantación de soluciones para la automatización industrial de procesos ha desarrollado todo un conjunto de posibilidades para la supervisión y el control de las plantas de producción, un ejemplo claro de este tipo de soluciones son los sistemas SCADA (Wonderware Software, 2019), los cuales son un conjunto de aplicaciones de software de supervisión y control, especialmente diseñados para permitir el acceso a datos de la planta o proceso mediante comunicación digital con los instrumentos, actuadores y cierta interacción entre el operario y el proceso, además la utilización de redes industriales dentro de estos sistemas permiten la integración e interoperabilidad de equipos de control y dispositivos de campo de diferentes fabricantes. Gracias a este tipo de soluciones se pueden medir, gobernar y monitorear las diferentes magnitudes que afectan el funcionamiento de un proceso industrial.

El Laboratorio de Tecnología Industrial de la ESFOT – EPN permite complementar la preparación práctica y técnica de los estudiantes que aún se encuentran cursando los últimos niveles de las carreras de Tecnología en Electromecánica y Tecnología en Electrónica y Telecomunicaciones (Dgip, A, 2019), sin embargo en la actualidad por la falta de elementos y equipos necesarios no se puede implementar y levantar una red industrial que permita el control centralizado de los módulos didácticos de diferentes magnitudes a través de un sistema maestro-esclavo que permita establecer las bases para el desarrollo de una sistema SCADA (Industriaquimica.net, 2019).

El levantamiento e implementación de la red industrial del Laboratorio de Tecnología Industrial permitirá comunicar las seis mesas de trabajo del mismo utilizando todos los PLC's y módulos didácticos los cuales serán controlados, monitoreados y supervisados desde una Interfaz Humano Máquina HMI en una pantalla táctil, un ordenador y un Smartphone (Unocero, 2019), con este proyecto se pretende desarrollar prácticas para complementar los conocimientos de los estudiantes de la carrera de Tecnología en Electromecánica ya que durante su formación académica no reciben temas relacionados a las redes industriales (Fabricantes maquinaria industrial, 2019).

## **1.2 Justificación**

La automatización industrial es uno de los aspectos más importantes de la digitalización de los procesos productivos, principalmente en la gran industria. Gracias a los sistemas de automatización y control a través de redes industriales, las empresas pueden gobernar toda su actividad y gestionar la evolución de todos sus procesos sin la intervención continua de un ingeniero o especialista.

Este proyecto va orientado principalmente al uso de un sistema SCADA, para supervisar, controlar y monitorear magnitudes físicas a través de la implementación de una red industrial utilizando el mecanismo PROFINET que permita la comunicación e interacción en tiempo real de los PLC's que gobiernan cada uno de los módulos didácticos en el Laboratorio de Tecnología Industrial de la ESFOT.

La utilización de una Interfaz Humano-Máquina (HMI) y mediante la implementación de una conexión Master-Slave a través de una red industrial en la cual un PLC gobernará la activación del resto de controladores, permitirán un mando centralizado de todos los procesos a monitorear, controlar y supervisar.

Con todo lo antes mencionado se espera contribuir con la formación profesional, desarrollando una práctica dirigida al uso y control de diferentes plantas, para la materia de Control Industrial de la carrera de Tecnología en Electromecánica, en donde los estudiantes puedan realizar el control de varias plantas industriales por medio de una red de forma local (mediante los PLC's) y remota a través del uso de una pantalla táctil, un ordenador y un Smartphone.

### 1.3 Objetivos

- **Objetivo General**

Implementar la red del Laboratorio de Tecnología Industrial de la ESFOT-EPN.

- **Objetivos específicos**

- Definir mecanismos para la conexión Maestro-Esclavo de los Plc's del Laboratorio de Tecnología Industrial de la ESFOT-EPN.
- Definir los módulos didácticos del Laboratorio que se va a monitorear, controlar y supervisar a través de la red industrial.
- Utilizar la pantalla táctil, un ordenador y un Smartphone para establecer el control mediante una HMI.
- Desarrollar los algoritmos de control e interfaz humano máquina para los módulos seleccionados.
- Realizar pruebas de conexión y funcionamiento.
- Realizar manuales de usuario y mantenimiento.
- Desarrollar dos hojas guías del laboratorio orientado al uso de la red industrial.

## **2. METODOLOGÍA**

### **2.1 Descripción de la metodología utilizada**

Este proyecto se realiza en base a dos estudios: exploratorio y aplicado. El estudio exploratorio, se lo utilizó para observar y entender las falencias existentes en el actual laboratorio de Tecnología Industrial de la ESFOT, donde una de las principales, es la inexistencia de un plan de estudio práctico para el aprendizaje de los estudiantes de la carrera de Tecnología en Electromecánica, acerca de la conexión de varios dispositivos de control en red que simulen la implementación de un sistema SCADA, que comúnmente se utilizan en el ámbito industrial a nivel mundial. Este estudio fue de gran ayuda a la hora de recolectar la mayor cantidad de información referente al uso y la importancia de las redes de comunicación en el sector industrial, además de la utilidad que brindan los sistemas HMI en la automatización y mejora de los procesos de producción.

Por otro lado, el estudio aplicado, tuvo un gran papel a la hora de diseñar y desarrollar la forma más efectiva, las conexiones físicas necesarias para la implementación de la red de comunicación entre los PLCs y los módulos didácticos existentes dentro del laboratorio de Tecnología Industrial de la ESFOT, además de todas las configuraciones indispensables en la programación de los algoritmos de control desarrollados a través del software TIA PORTAL, para la utilización de dispositivos HMI, entre los cuales se encuentran una pantalla táctil, un smartphone o tablet y dos ordenadores, con los cuales se puede tener un control remoto de todo el sistema desde varios puntos de acceso.

### **2.2 Técnicas e instrumentos empleados en la ejecución del proyecto**

La metodología utilizada para el presente proyecto abarca varias etapas. Para empezar, se procederá a conectar todos los PLCs mediante los puertos de red que dispone cada una de las mesas de trabajo del laboratorio de Tecnología Industrial, asignándoles una dirección IP para que se encuentren en una misma red, donde se utilizará el protocolo de comunicación industrial Ethernet (PROFINET).

Utilizando la última versión del software TIA PORTAL V15 de SIEMENS se definirá la conexión de red entre todos los equipos a utilizarse y, además, con los bloques de función SEND y RECIEVE se configurará al PLC que funcionará como Maestro, y a los que funcionarán como Esclavos.

Debido a que en el laboratorio de Tecnología Industrial de la ESFOT-EPN existen diversos módulos didácticos a escala, los cuales simulan procesos reales que controlan magnitudes físicas como son nivel, temperatura, presión, etc., además cuenta con varios motores trifásicos, se seleccionarán los módulos que se encuentran funcionando correctamente los cuales corresponden al sistema de control de temperatura, control de nivel ultrasónico y por presión hidrostática, sistema domótico y arranque de motores. Una vez escogidos los procesos se procederá a determinar las etapas y modos de funcionamiento de cada uno, para posteriormente realizar los algoritmos de control.

Se evaluó varias proformas antes de adquirir una pantalla táctil compatible con los PLC´s SIEMENS S7-1200. Se construirá un módulo de soporte para la pantalla en el cual se realizarán las conexiones eléctricas y se colocarán borneras y pulsadores para su correcto encendido y apagado. Una vez adquirida la pantalla y fabricado el módulo de soporte se procederá a instalarle el firmware correspondiente mediante el software TIA PORTAL V15.

Para complementar la implementación de la red industrial se utilizará un dispositivo móvil (Smartphone) para realizar el control remoto de los módulos didácticos, por lo que será necesario adquirir la aplicación móvil Smart Client de la empresa Siemens la cual es de acceso gratuito. Finalmente se utilizará un computador portátil con el software TIA PORTAL V15 previamente instalado para realizar todas las interfaces humano-máquina necesarias tanto para la pantalla, el Smartphone y el ordenador (estación de supervisión).

A través del software TIA PORTAL V15, con sus programas STEP 7 V15 y WinCC RT V15, se procederá a programar algoritmos de control, en lenguaje de programación LADDER [18], para cada proceso que se va a monitorear, controlar y supervisar. Además, se desarrollarán las interfaces humano-máquina, que servirán

para el control remoto de dichos procesos en tiempo real desde, la pantalla táctil, el ordenador y el Smartphone.

Una vez se haya concluido con el desarrollo de los algoritmos de control y las interfaces humano-máquina, se procederá a realizar las respectivas conexiones eléctricas entre los PLCs, las plantas y motores a controlar para verificar su funcionamiento, además se realizarán pruebas de conexión de red, verificando la activación y desactivación de los controladores desde el PLC Maestro para poder verificar que el funcionamiento del sistema de control a través de la red industrial implementada sea el correcto. Finalmente se llevará a cabo pruebas de control del sistema desde la HMI, la pantalla táctil y el Smartphone.

Se realizará un documento (Anexo A), donde se indique de forma clara y concisa, todos los lineamientos a seguir para poder utilizar de manera correcta la pantalla táctil y los PLCs con los algoritmos de control realizados. Además, se puntualizarán las instrucciones a cumplir para poder levantar la red industrial y monitorear todos los procesos de forma centralizada. Finalmente se establecerán los respectivos mantenimientos a todos los componentes para ampliar su tiempo de vida útil (Anexo B).

Debido a la importancia de las redes industriales en el control de procesos, se realizará dos hojas guías (Anexo C), para dos prácticas de laboratorio de Control Industrial para que los estudiantes de la carrera de Tecnología en Electromecánica complementen su formación académica. Las prácticas estarán orientadas al levantamiento de la red industrial utilizando los módulos didácticos del Laboratorio y las herramientas del software TIA PORTAL V15 para establecer la comunicación Maestro-Esclavo.

### 3. EJECUCIÓN Y RESULTADOS

#### 3.1 Conexión Maestro-Eslavo

- **Conexión de los autómatas**

Cuando todos los autómatas y pantalla táctil estuvieron conectados en la misma red se actualizó los dispositivos accesibles encontrados a través de la tarjeta de red del ordenador como se puede observar en la figura 3.1.

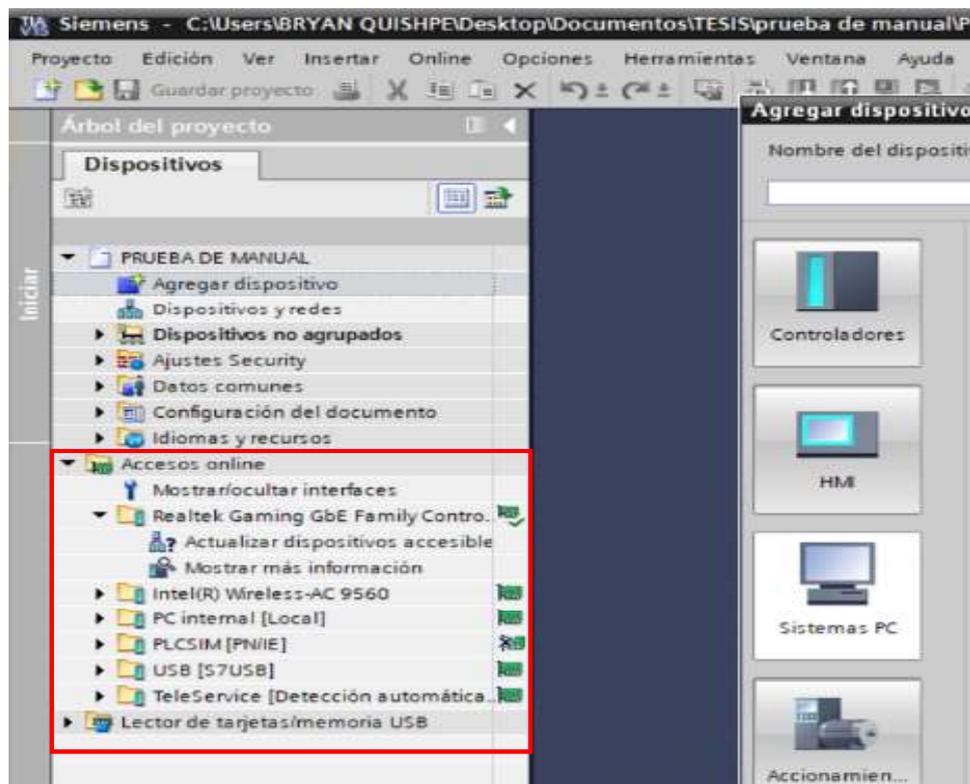


Figura 3.1 Búsqueda de los autómatas en la tarjeta de red del ordenador

Al momento de actualizar los dispositivos accesibles, en el árbol del proyecto se mostraron todos los autómatas conectados a la red con la dirección y nombre que tenían asignados, en ese instante se logró observar cómo los seis autómatas aparecieron en el árbol del proyecto, como se visualiza en la figura 3.2.

Hubo ocasiones en que no se dio dicho caso, con lo cual se dio solución al apagar y volver a encender los autómatas y volver a realizar la búsqueda.

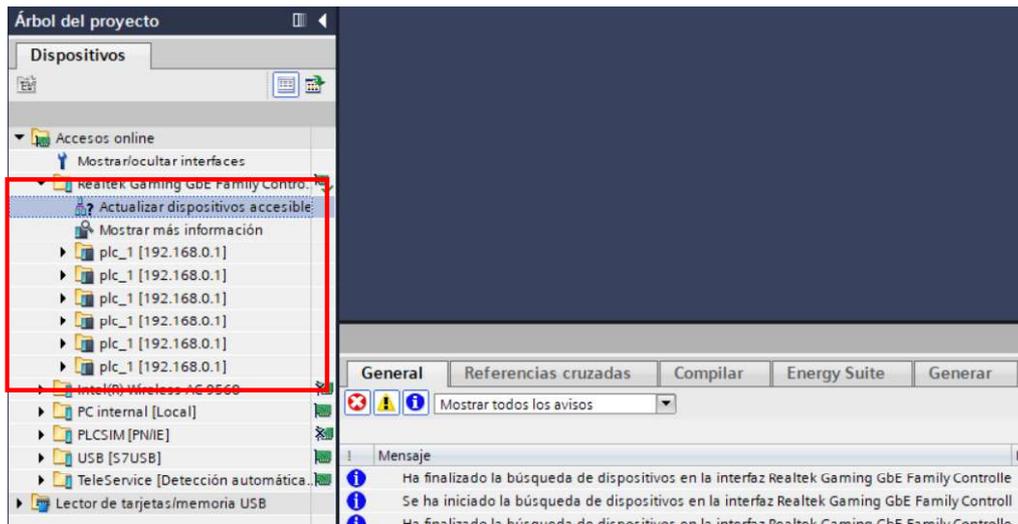


Figura 3.2 Conexión de los seis autómatas

- **Restablecimiento de direcciones IP de los autómatas**

En todos los PLC's a utilizarse se procedió a restablecer la configuración de cada uno con la finalidad de colocar la dirección IP y un nombre específico para reconocerlos en la vista de redes. Para cumplir con esta acción se abrió la pestaña de cada uno de los autómatas, donde emergió la ventana de Online y Diagnóstico para más adelante bajar a la pestaña de Funciones y finalmente dar clic en Restablecer configuración como se puede observar en la figura 3.3. Una vez realizada esta secuencia se marcó la opción de Borrar dirección IP.

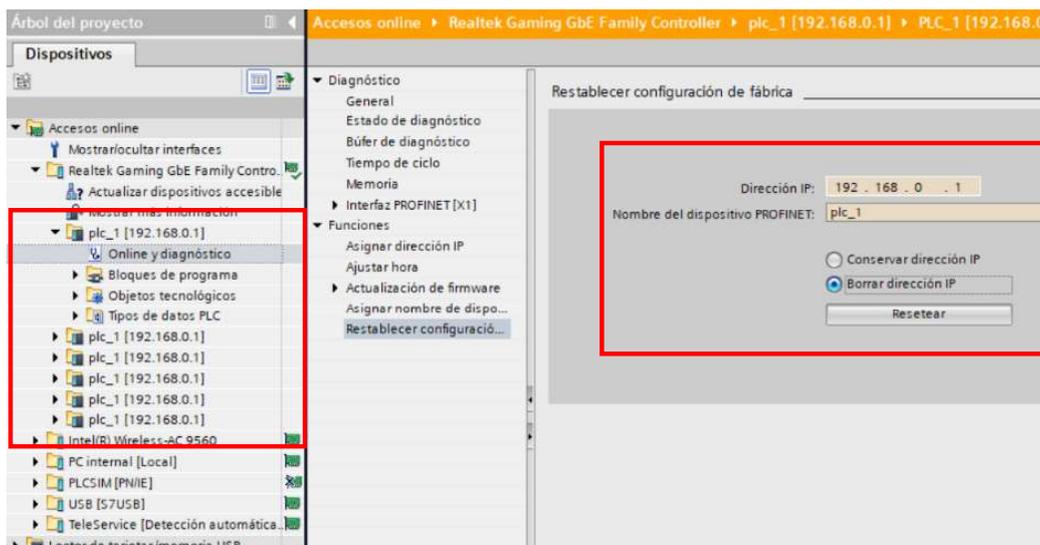


Figura 3.3 Restablecimiento de la configuración de los autómatas

Se aceptó la opción y se detuvo el módulo para el restablecimiento del mismo como se observa en la figura 3.4.

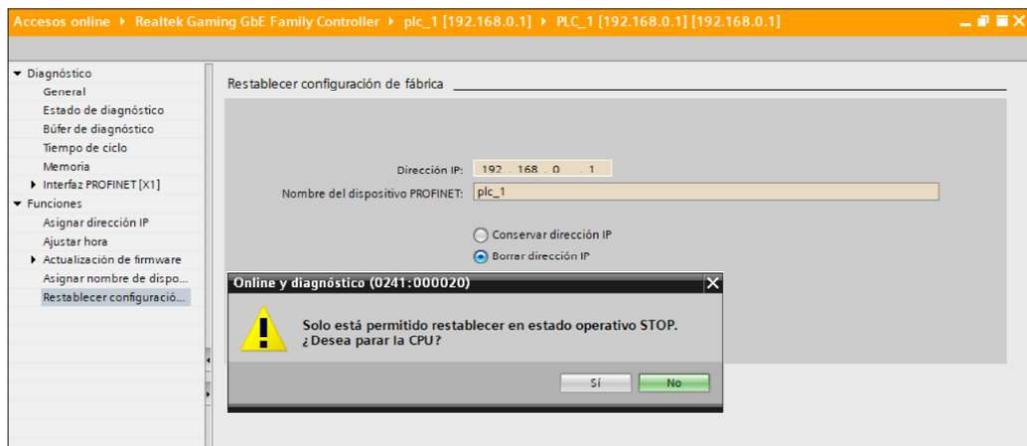


Figura 3.4 Restablecimiento del módulo

- **Asignación de dirección IP a los autómatas**

En el árbol de proyecto se volvió a dar clic en actualizar dispositivos para encontrar a cada autómata con una dirección MAC y nombre de fábrica, para posteriormente dar inicio a la asignación de direcciones IP necesarias en la programación que a su vez facilitaron la identificación de cada autómata para cada planta de trabajo. Después se dio clic en la opción Online y Diagnóstico, para posteriormente dirigirse a la pestaña de Funciones en donde se encuentra la opción de Asignar dirección IP como se muestra en la figura 3.5.

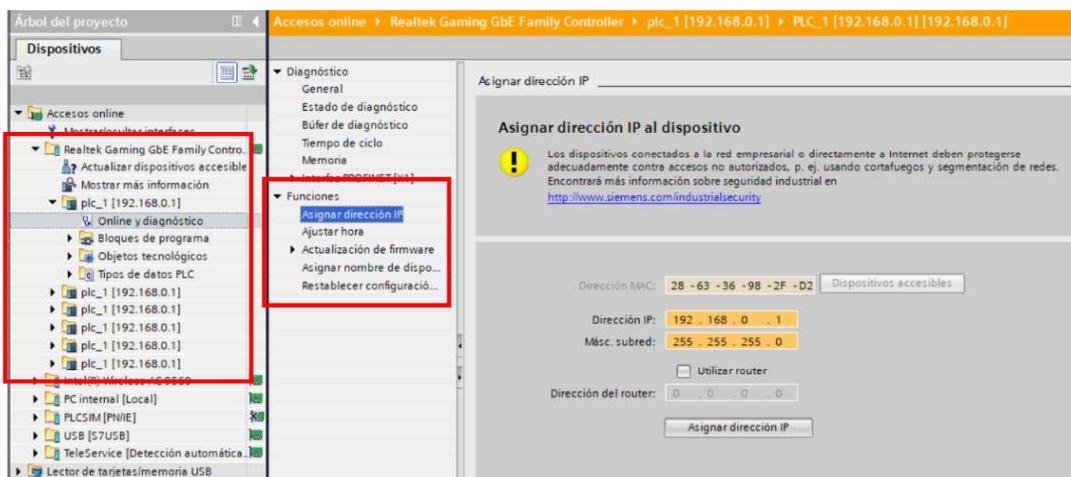


Figura 3.5 Asignación de la dirección IP para los autómatas

En la ventana de asignar dirección IP al dispositivo se colocó la dirección que previamente se le estableció al autómata para que se diferencie de los demás en la red de trabajo, para ejercer esta programación se colocó la dirección IP seguido de la máscara de subred, que en todos los dispositivos conectados a la red tendrían la misma, y para finalizar se asignó una dirección de router que se utilizó para la conexión de los demás autómatas a la misma red como se puede observar en la figura 3.6.



Figura 3.6 Colocación de la dirección IP del autómata

- **Asignación de nombres a los autómatas**

Así mismo para la colocación del nombre de cada dispositivo se utilizó la misma ventana de Accesos Online, en la opción de Asignar Nombre de Dispositivo en la cual se colocó el nombre de dispositivo en este caso el nombre MASTER como se puede observar en la figura 3.7, finalmente se seleccionó Asignar nombre.

Una vez terminada esta actividad para todos los autómatas se procedió a realizar un clic en Actualizar dispositivos accesibles, para comprobar que los autómatas tengan sus nombres y las direcciones IP respectivas. En el árbol de proyecto se puede evidenciar este procedimiento como se observa en la figura 3.8.

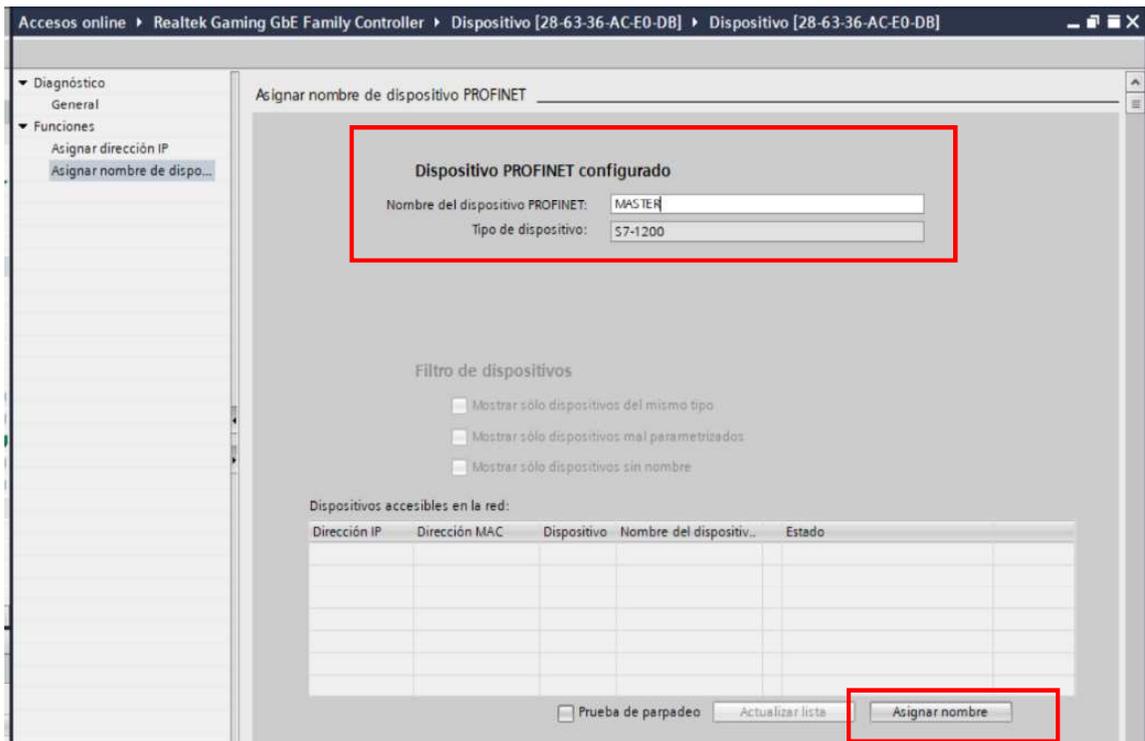


Figura 3.7 Asignación del nombre al autómata

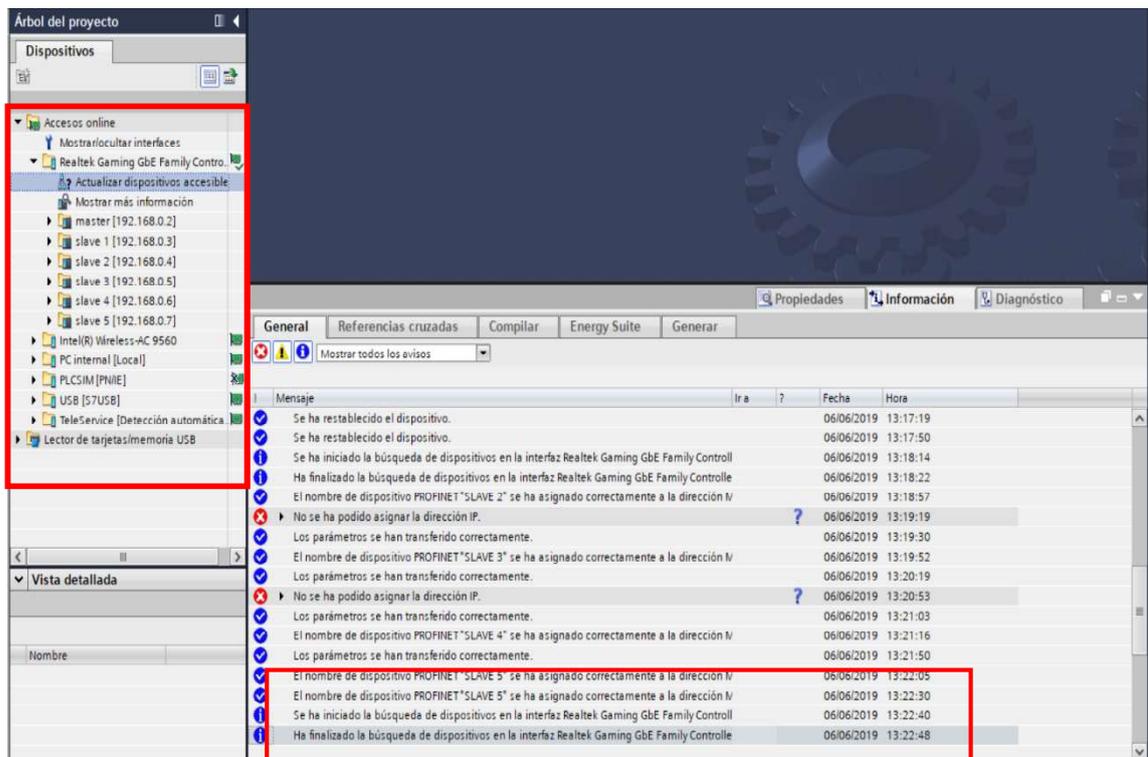


Figura 3.8 Verificación de las diferentes asignaciones en los autómatas

- **Agregar dispositivos al proyecto**

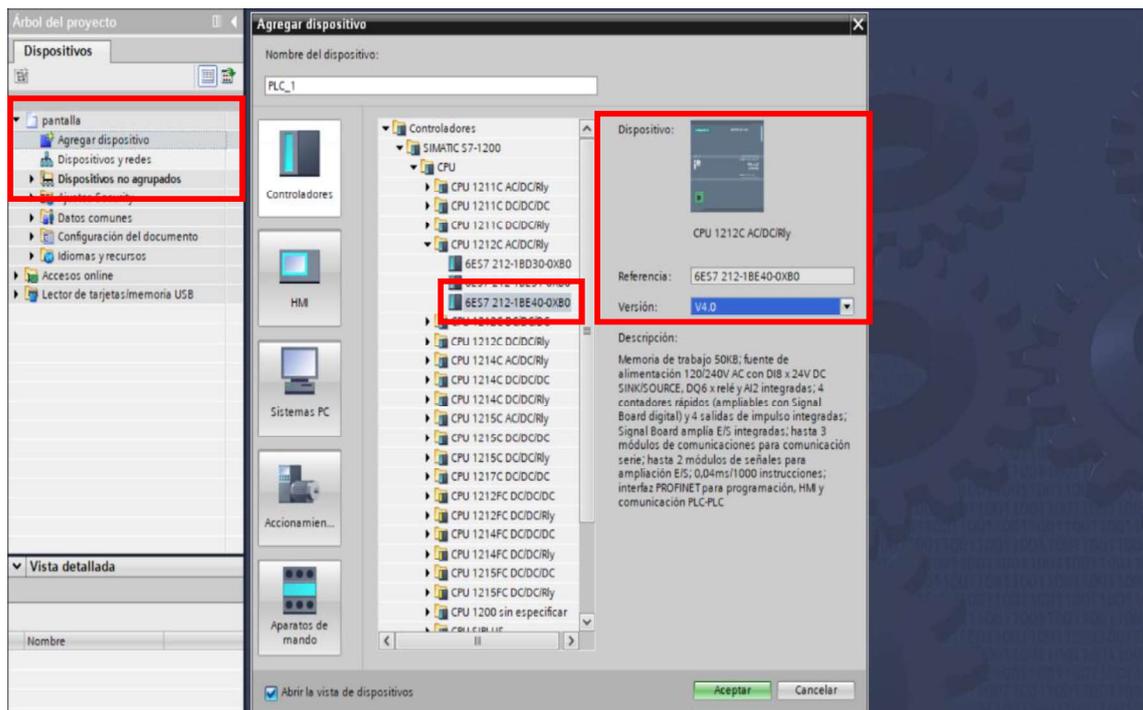


Figura 3.9 Agregar dispositivos al software.

Después de tener en red a los autómatas y conocer la dirección IP de cada uno de ellos, se colocó en el software cada controlador en la opción de agregar dispositivos como se puede observar en la figura 3.9, para lo cual se debió conocer el tipo de controlador como del número de serie y la versión para que se conecte perfectamente con el software, los autómatas del laboratorio funcionan con la versión V4.0 y son de la serie 6E57212-1BE40-0XB0.

Este procedimiento se realizó para los 6 autómatas que se dispone en el Laboratorio de Control Industrial.

- **Conexión de dispositivos**

En el árbol de proyecto en la opción de Dispositivos y Redes se mostraron todos los autómatas del sistema conectados a una misma red, como se observa en la figura 3.10.

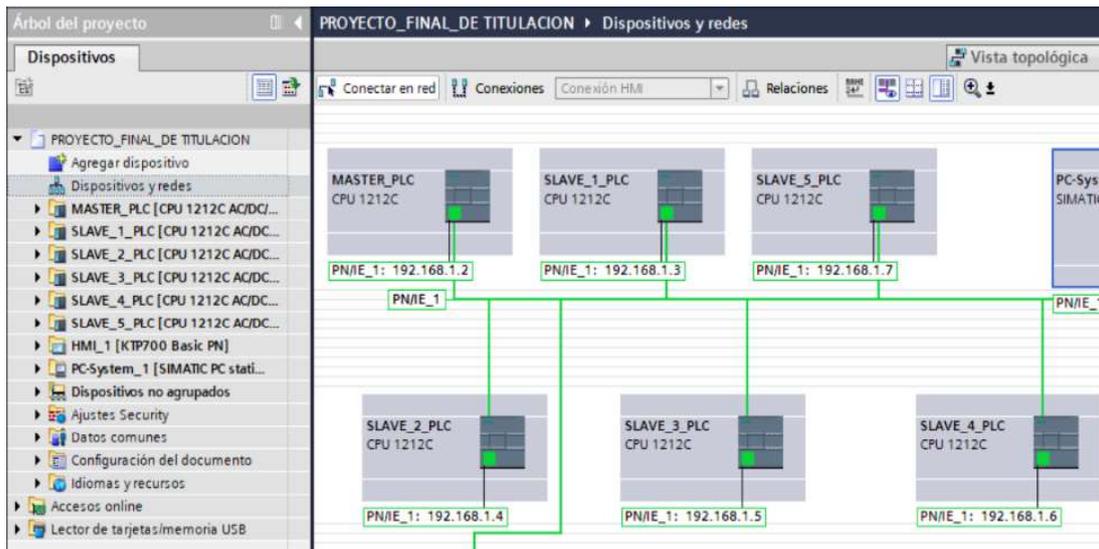


Figura 3.10 Conexión de los autómatas en una misma red

- **Configuración de marcas de ciclo en los autómatas**

La marca de ciclo permitió configurar distintos valores de frecuencia en señales de reloj. Debido a que los bloques de función utilizados para establecer la conexión Master-Slave necesitan obligatoriamente una señal de reloj, las marcas creadas facilitaron el funcionamiento de dichos bloques.

El siguiente proceso se debió realizar en cada uno de los autómatas de la misma manera que se detalla a continuación:

En la ventana de uno de los autómatas, en la pestaña de Vista de Dispositivos, se debió dar doble clic en el puerto ethernet del icono del autómata seleccionado como se muestra en la figura 3.11.

Una vez dado doble clic se desplegó un menú con las propiedades del dispositivo en la cual se dirigió a la pestaña general y se buscó la opción de Marcas de Sistema y de ciclo y se colocó un número de marca, en este caso se utilizó la marca 100, como se observa en la figura 3.12. Se debe recalcar que dicha marca establecida como marca de ciclo no se pudo usar en la programación de los algoritmos en todos los autómatas, debido a que todos usaron la misma marca de ciclo para establecer la comunicación y la transferencia de datos.

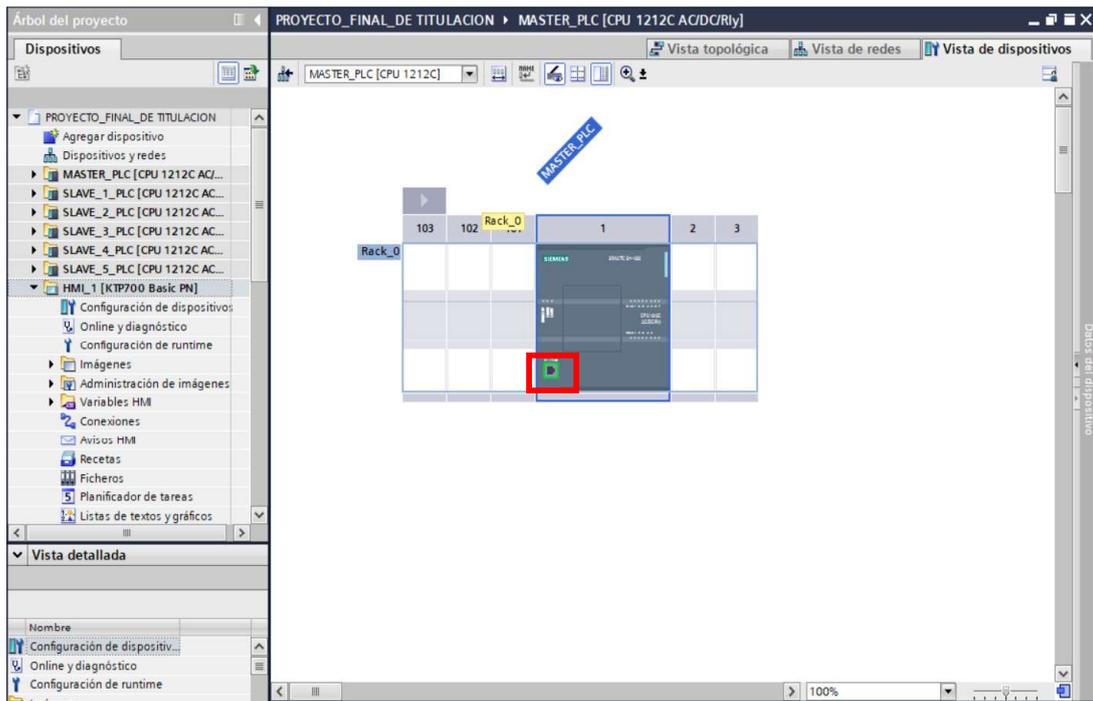


Figura 3.11 Configuración de marcas de ciclo en el autómatas.

- **Algoritmos de conexión Master-Slave.**

Para continuar con la elaboración de la conexión Master-Slave se debe abrir el bloque del programa del autómatas que tiene la función de master en el árbol de proyecto, para buscar en las instrucciones la pestaña Comunicación en donde se va a trabajar con el bloque de sistema llamado TSEND como se muestra en la figura 3.13.

Una vez realizada la acción anterior se dio clic en el icono Iniciar Configuración para acceder a los parámetros del bloque, en la ventana que se muestra en la figura 3.14 aparece la vista de configuración en donde se seleccionó parámetros de la conexión y se mostró la ventana en donde se visualizó el autómatas local (envía) y el autómatas interlocutor (recibe), en donde se debió seleccionar a un autómatas por bloque para obtener la comunicación Master-Slave.

Para los datos de conexión se requirió crear un nuevo bloque de datos del autómatas que envía los datos (Master) y para la ID de conexión se colocó en orden numérico empezando por el 1 en este caso específico esta sería la conexión número 1 para el Master.

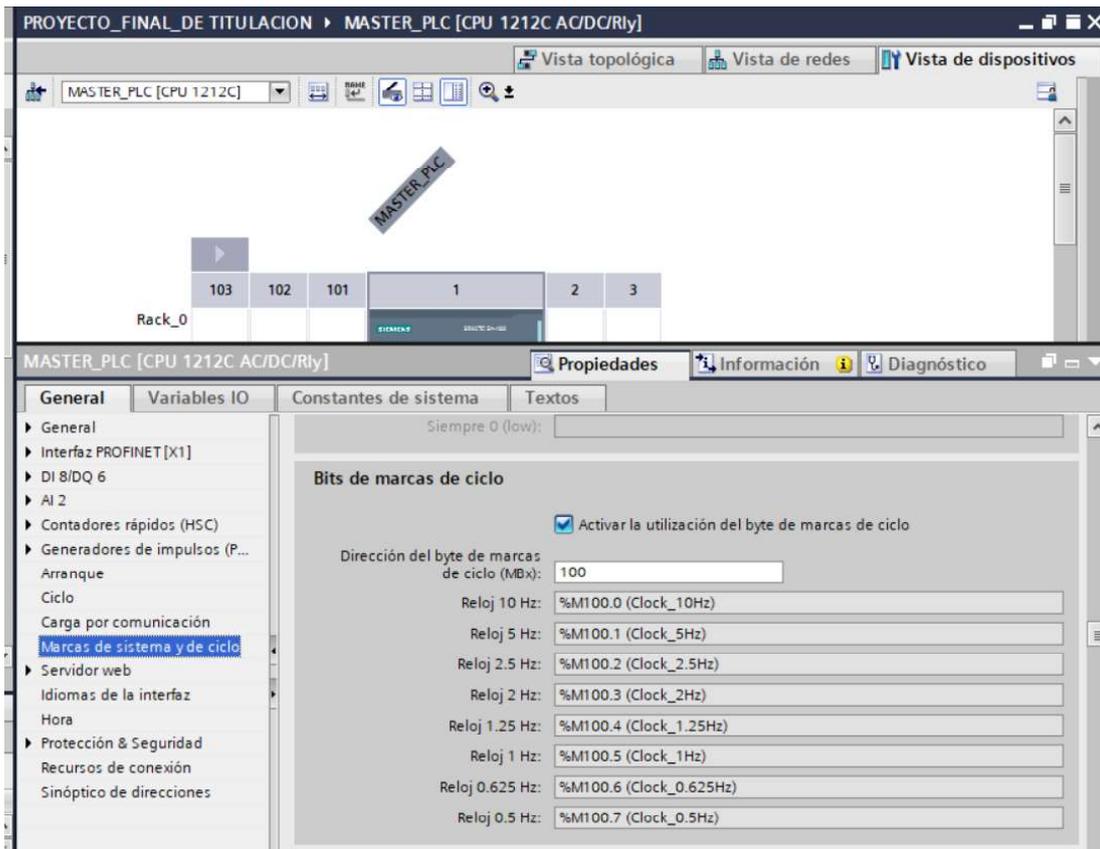


Figura 3.12 Marcas de sistema y de ciclo de los autómatas

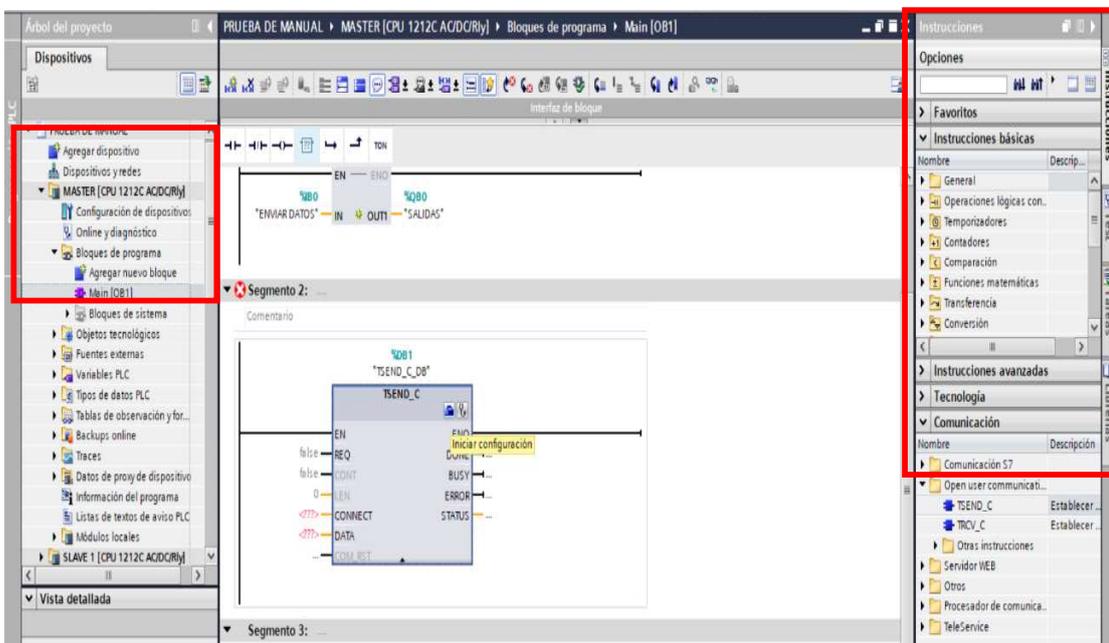


Figura 3.13 Bloque de sistema TSEND

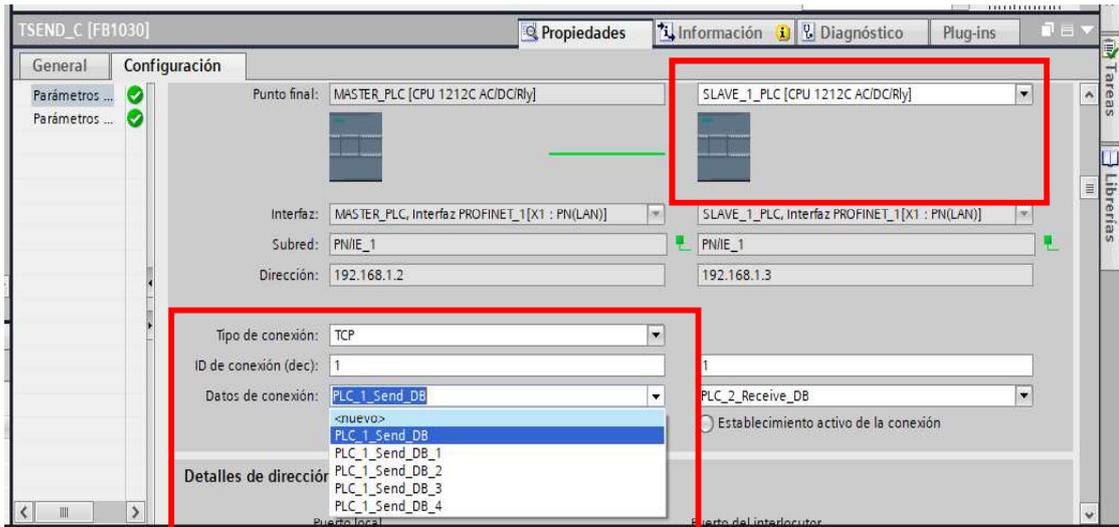


Figura 3.14 Configuración del bloque de sistema TSEND

Para continuar se debió crear un nuevo bloque de datos para el Slave 1 como se puede observar en la figura 3.15.

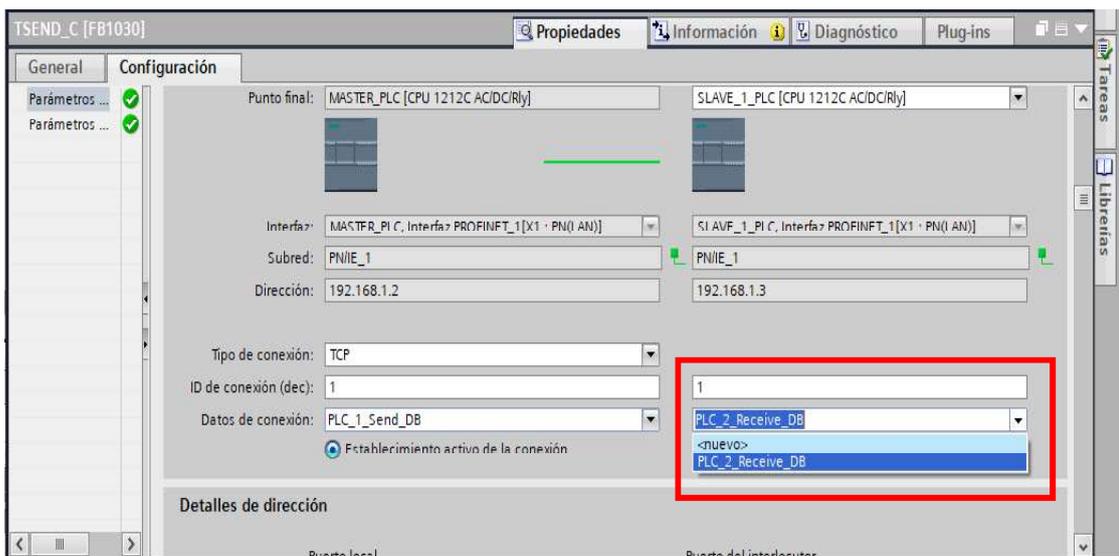


Figura 3.15 Creación del bloque de datos para el Slave 1

El siguiente paso fue en la opción parámetros de bloque en donde se especificó la señal de reloj obtenida de la marca de ciclo anteriormente configurada. Cada uno de los 8 bits de la marca de ciclo creada representa una frecuencia distinta, en este caso específico se utilizó la marca M100.0 la cual tiene una frecuencia de 10Hz como se observa en la figura 3.16.

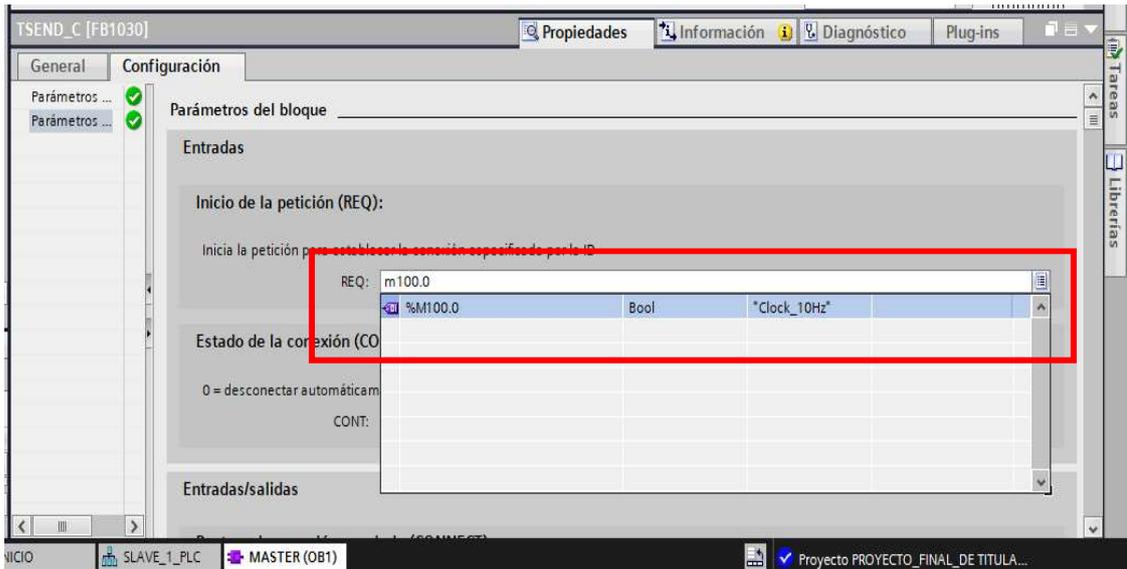


Figura 3.16 Marca de ciclo M100.0

Para finalizar se colocó el valor 1 o la palabra TRUE en la opción de estado de la conexión con lo cual se aseguró que la conexión siempre se mantuviese activa como se muestra en la figura 3.17.

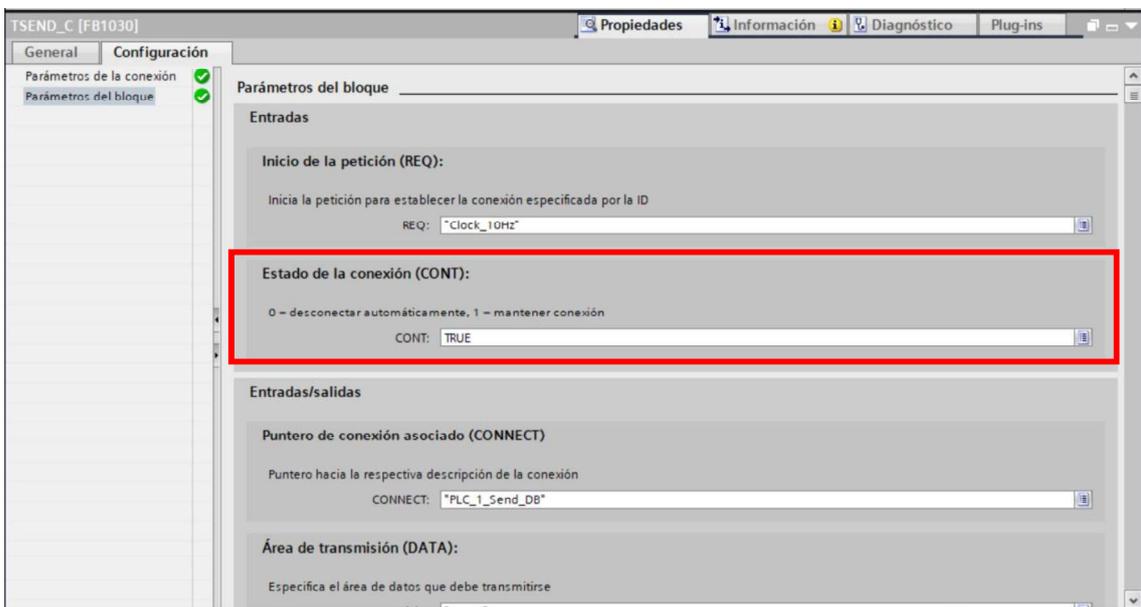


Figura 3.17 Estado de la conexión

El bloque de sistema quedó configurado de esta manera como se visualiza en la figura 3.18.

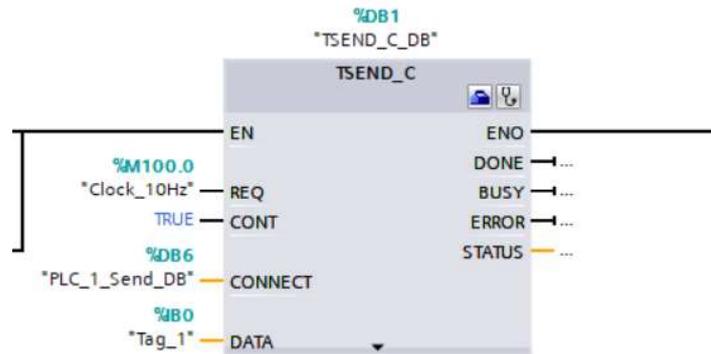


Figura 3.18 Bloque de sistemas configurado para el Master

Estos pasos se debieron realizar con todos los autómatas restantes para que tuviesen la conexión con el Master y se comuniquen en la red creada, la única diferencia fue la ID de conexión ya que debió ser cambiada según el autómata y se utilizó la misma marca de ciclo para la frecuencia.

Para continuar con la elaboración de la conexión Master-Slave se debió abrir el bloque del programa del autómata que tenía la función de Slave en el árbol de proyecto, para buscar en las instrucciones la pestaña Comunicación en donde se iba a trabajar con el bloque de sistema llamado TRCV como se muestra en la figura 3.19.

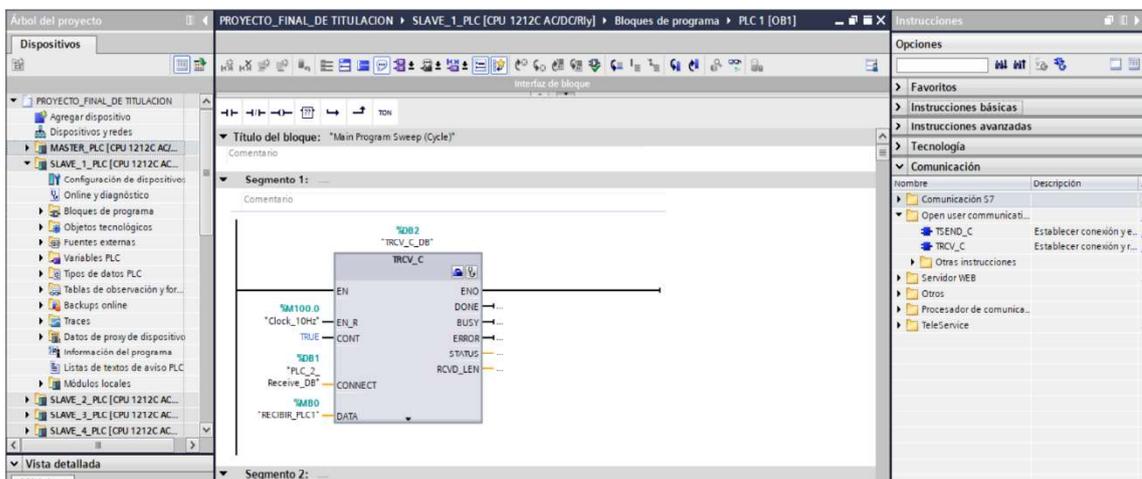


Figura 3.19 Bloque de sistema TRCV

Una vez realizada la acción anterior se dio clic en el icono Iniciar Configuración para acceder a los parámetros del bloque, en la ventana que se muestra en la figura 3.20 aparece la vista de configuración en donde se seleccionó parámetros de la conexión y

se mostró la ventana en donde se visualizó el autómatas local (recibe) y el autómatas interlocutor (envía), en donde se debió seleccionar a un autómatas por bloque para obtener la comunicación Master-Slave. Fue importante colocar el tipo de conexión que en este caso es TCP.

Para los datos de conexión se requirió seleccionar el bloque de datos que anteriormente se creó en el Master del autómatas y para la ID de conexión se colocó en orden numérico empezando por el 1 en este caso específico esta sería la conexión número 1 para el Slave.

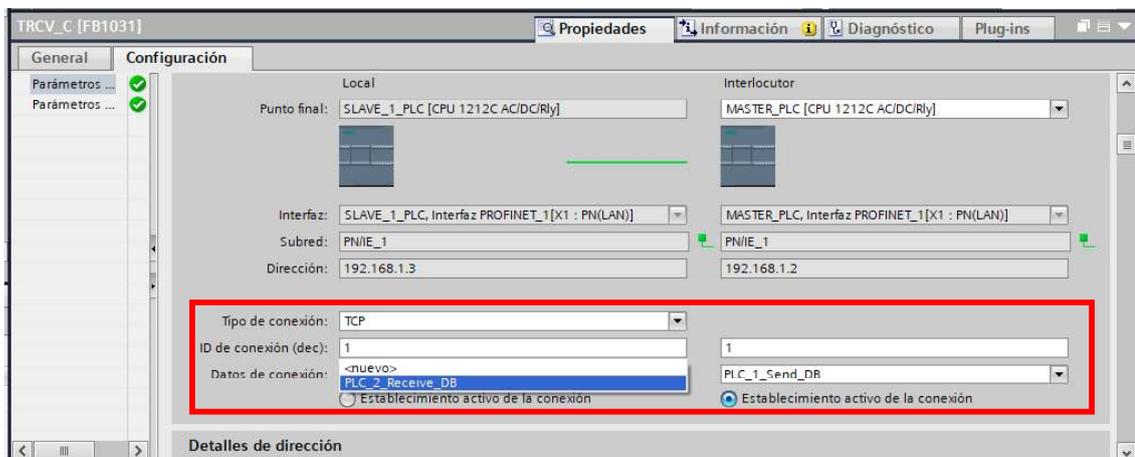


Figura 3.20 Creación del bloque de datos del Slave al Master

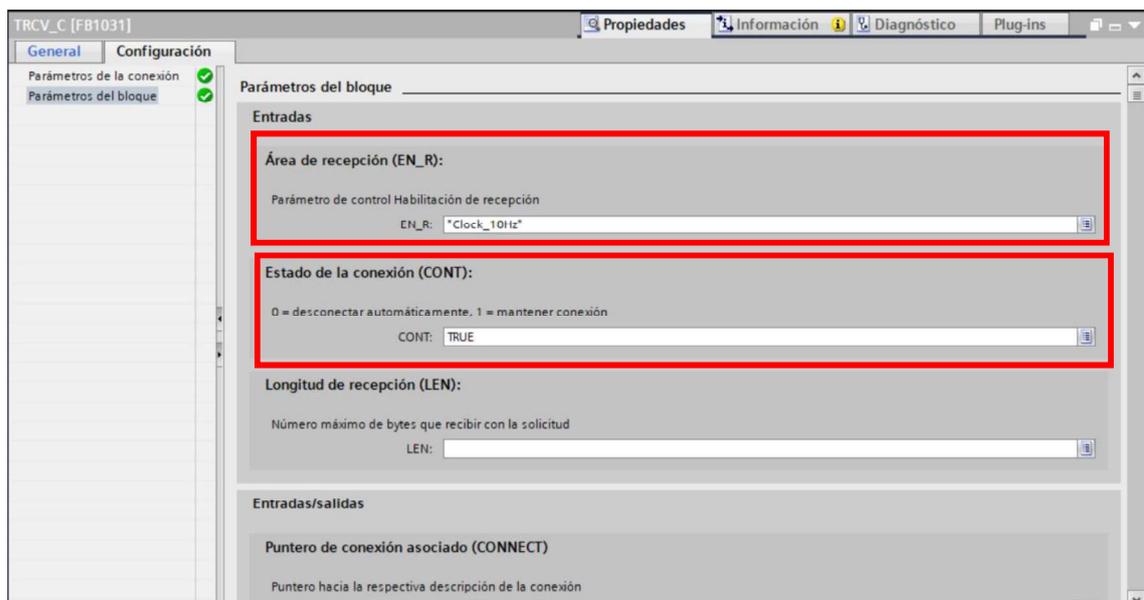


Figura 3.21 Colocación de la marca de ciclo y estado de la conexión para el Slave

En la opción parámetros de bloque se especificó la señal de reloj obtenida de la marca de ciclo anteriormente configurada. Cada uno de los 8 bits de la marca de ciclo creada representa una frecuencia distinta, en este caso específico se utiliza la marca M100.0 la cual tiene una frecuencia de 10Hz como se observa en la figura 3.21. Para finalizar se colocó el valor 1 o la palabra TRUE en la opción de estado de la conexión, lo cual aseguró que la conexión siempre se mantuviese activa como se muestra en la figura 3.21.

El bloque de sistema para el Slave quedó configurado de esta manera como se visualiza en la figura 3.22.

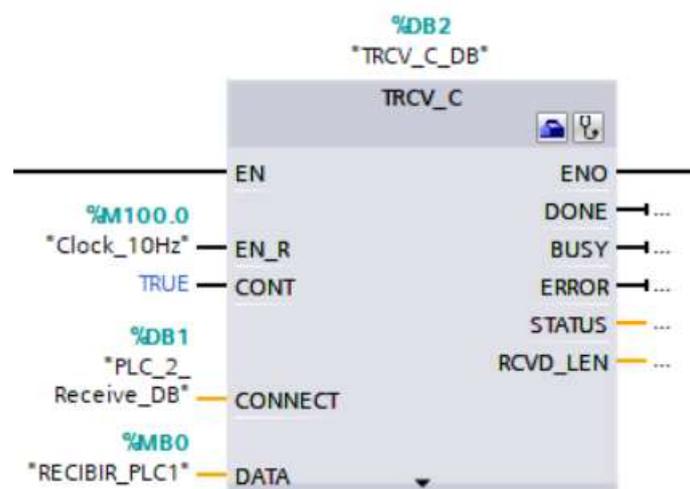


Figura 3.22 Bloque de sistemas configurado para el Slave

Estos pasos se debieron realizar con todos los autómatas restantes para que tengan la conexión con el Master y se comuniquen en la red creada, la única diferencia fue la ID de conexión ya que debió ser cambiada según el autómata usado y se utilizó la misma marca de ciclo para la frecuencia.

### 3.2 Sistemas didácticos de control de procesos

En el Laboratorio de Control Industrial se dispuso de varios módulos didácticos de control de procesos, los utilizados en este proyecto se describen a continuación:

- **Planta de domótica**

El módulo controla dispositivos generales utilizados en una instalación doméstica, como son las iluminarias, puerta principal de acceso, temperatura de la misma y un sistema de alarma en caso de emergencia, todo esto mediante el control programado de un PLC para su funcionamiento, como se puede observar en la figura 3.23.



*Figura 3.23 Módulo de la Planta de domótica*

- **Planta de control de puente levadizo**

El módulo realiza el control de un puente levadizo el cual funciona con la activación de una señal mediante un autómatas, el mismo que activa el motor mediante un variador de frecuencia haciendo subir el puente hasta que se detenga y espere la señal del autómatas para realizar el descenso, asimismo se activan las luces piloto para la diferenciación del proceso como se puede observar en la figura 3.24.



Figura 3.24 Módulo de la Planta de control de puente levadizo

- **Planta de control de nivel por presión hidrostática**

El módulo realiza el control de nivel utilizando la presión que ejerce un líquido sobre un objeto por medio de un autómata se envía una señal para que la bomba se active, dejando pasar el agua desde un tanque de reserva hacia el tanque, el mismo que contiene sensores de nivel. El tanque de control se puede vaciar mediante la apertura de la válvula de diafragma que de igual manera es activada por el autómata y con ayuda de un compresor se puede vaciar el tanque, el sistema se puede observar en la figura 3.25.



Figura 3.25 Módulo de la Planta de control de nivel por presión hidrostática

- **Accionamiento de motores**



*Figura 3.26 Módulo del accionamiento de motores*

La aplicación trata acerca del arranque de motores, en el laboratorio se dispone de 6 motores para el uso de prácticas. La idea principal es realizar una subred entre dos autómatas de la red principal, haciendo que se comuniquen entre sí y trabajen en una secuencia los 6 motores como se puede observar en la figura 3.26.

### **3.3 Dispositivos HMI**

Para comenzar con el diseño gráfico del proyecto se agregó el WinCC RT Advanced para la implementación de las Interfaces Humano Máquina en el programa, específicamente en el menú de Sistemas PC como se puede observar en la figura 3.27.

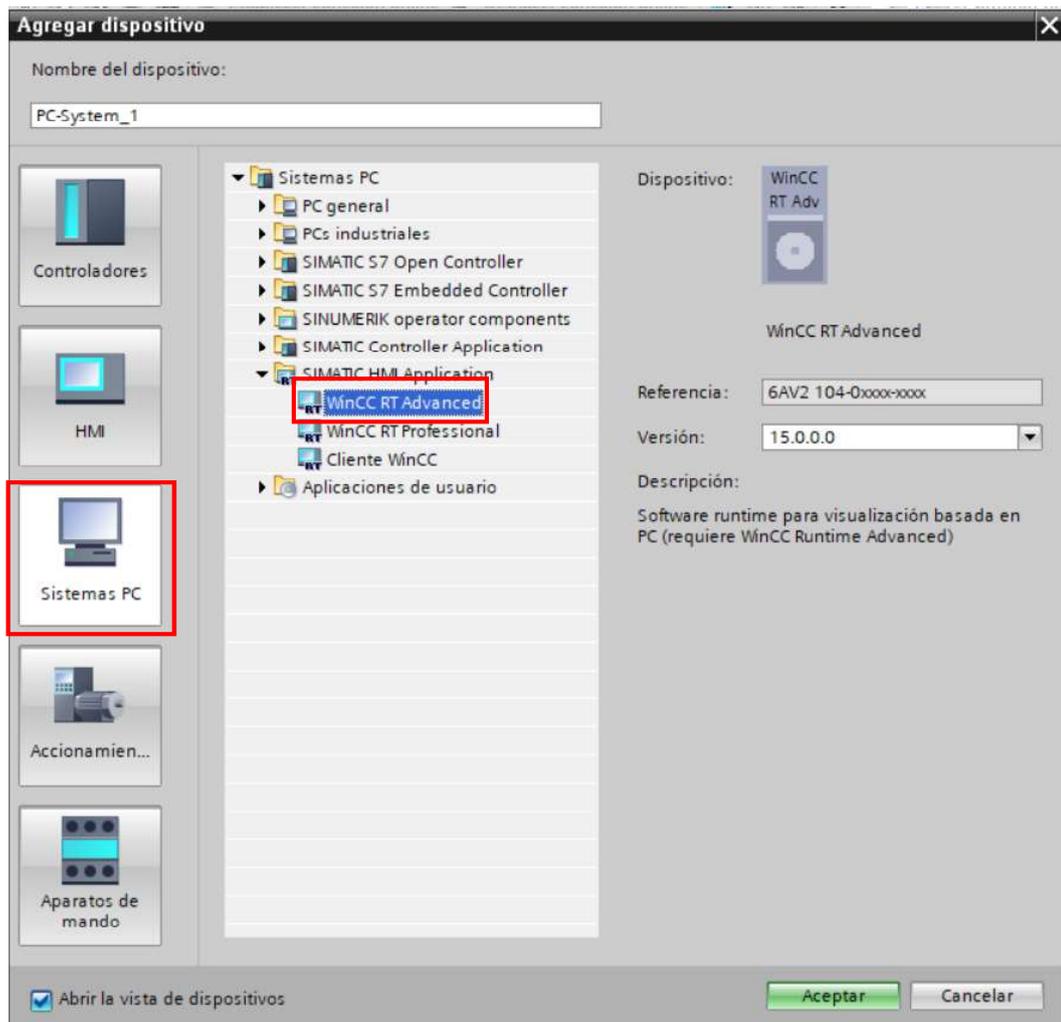


Figura 3.27 WinCC RT Advanced

Al momento de agregar este dispositivo se debió dirigir al árbol de proyecto para realizar una configuración que ayudó a la utilización del Smart Server el cual se necesitó para la conexión de más ordenadores y un teléfono inteligente.

Como se puede observar la figura 3.28 se buscó la opción PC System\_1 en la cual se desplegó la opción de HMI\_RT\_1 donde localizó la opción de configuración runtime, en esta ventana se accedió a la opción Servicios y se activó la pestaña Iniciar Sm@rtServer para tener lista la configuración al momento de conectar otros dispositivos a la red.

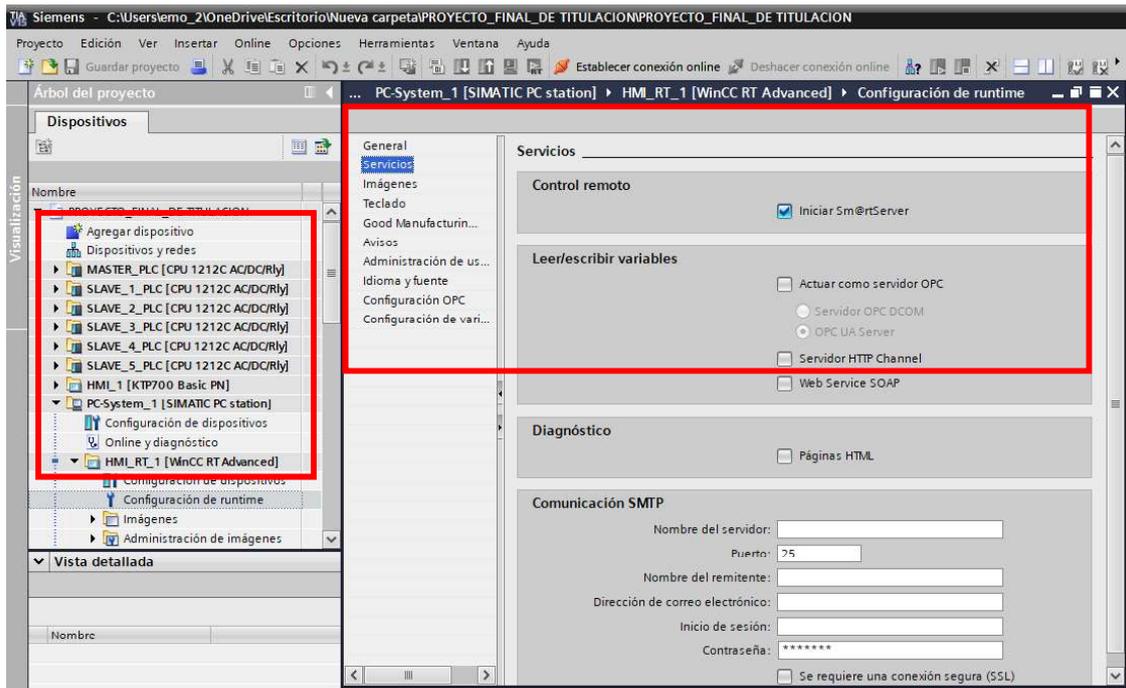


Figura 3.28 Activación de la opción Sm@rtServer

De igual manera se colocó la pantalla táctil como se puede observar en la figura 3.29, de esta manera se pudo configurar algunos parámetros para que su desempeño sea el máximo en la interfaz.

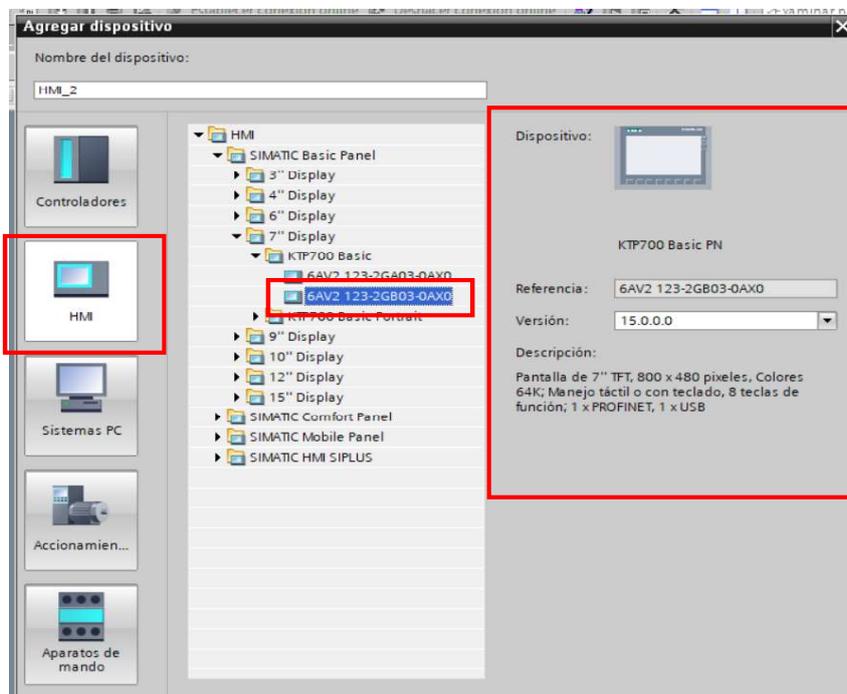


Figura 3.29 Pantalla Simatic Siemens

- **Configuración de la Pantalla Táctil KTP700 Basic PN**

En la figura 3.30 se puede observar el asistente del panel de la pantalla táctil en donde se debió configurar algunos parámetros necesarios para nuestra interfaz humano-máquina y para continuar se dio clic en la opción siguiente en esta configuración.

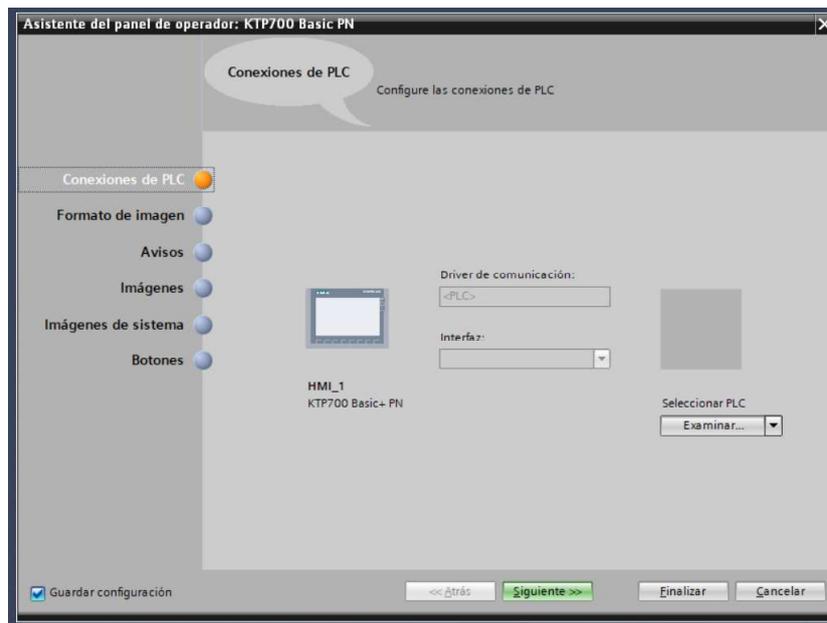


Figura 3.30 Asistente del panel de KTP700 Basic PN (Conexiones de PLC)

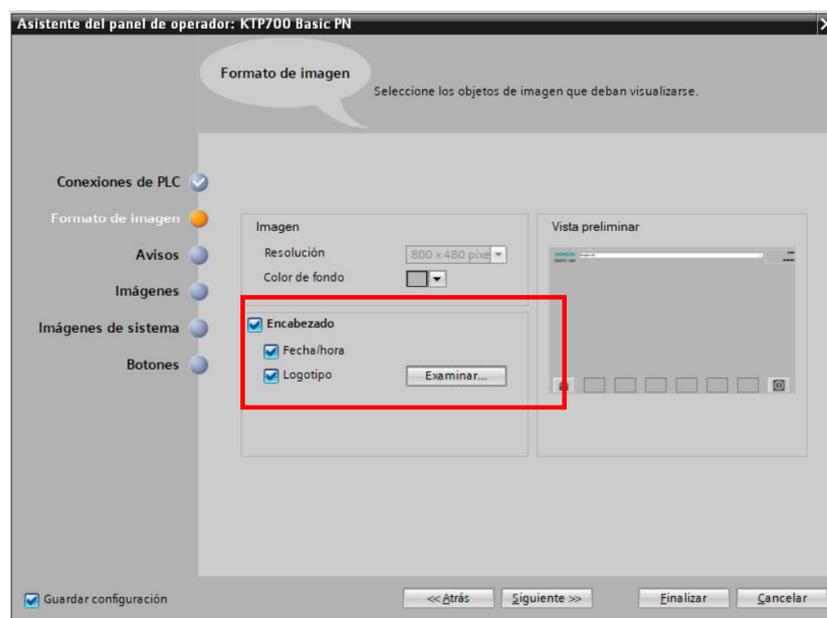


Figura 3.31 Asistente del panel de KTP700 Basic PN (Formato de imagen)

En la figura 3.31 se colocó el encabezado de la visualización de la pantalla táctil, en este parámetro se pudo colocar la fecha/hora que es relacionada con la misma del ordenador de igual manera con un logotipo que se colocaría en la parte superior izquierda de la pantalla, este puede ser cualquier imagen que se encuentre almacenada en el ordenador.

En la figura 3.32, se activaron las funciones de avisos en la pantalla, estos pueden ser avisos para no acusados, pendientes, sistemas pendientes. De esta manera al momento de producirse un error los avisos se alertarán en la pantalla.

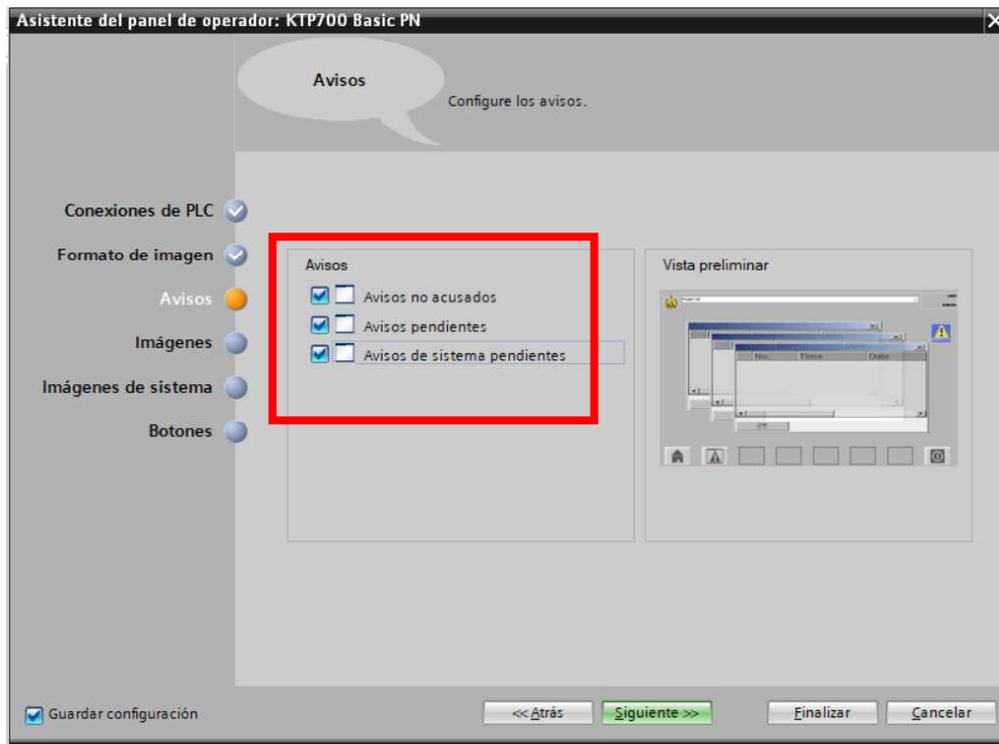


Figura 3.32 Asistente del panel de KTP700 Basic PN (Avisos)

En la figura 3.33, se observa que se pudo colocar imágenes las cuales aparecerían en el HMI de la pantalla táctil, se podían colocar imágenes que se encontraban en el ordenador como también cambiarles de nombre para diferenciarlas a cada una de ellas.

En la figura 3.34, se observa que se pudo colocar imágenes de sistema las cuales aparecerían en el HMI de la pantalla táctil, las cuales fueron programadas por el software de la pantalla táctil.

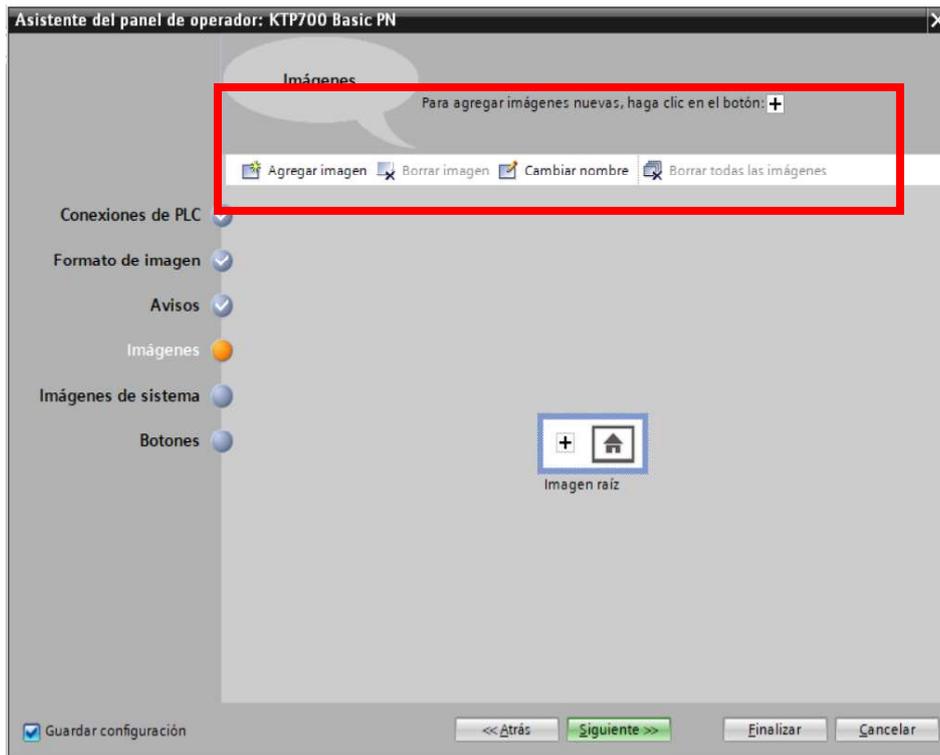


Figura 3.33 Asistente del panel de KTP700 Basic PN (Imágenes)

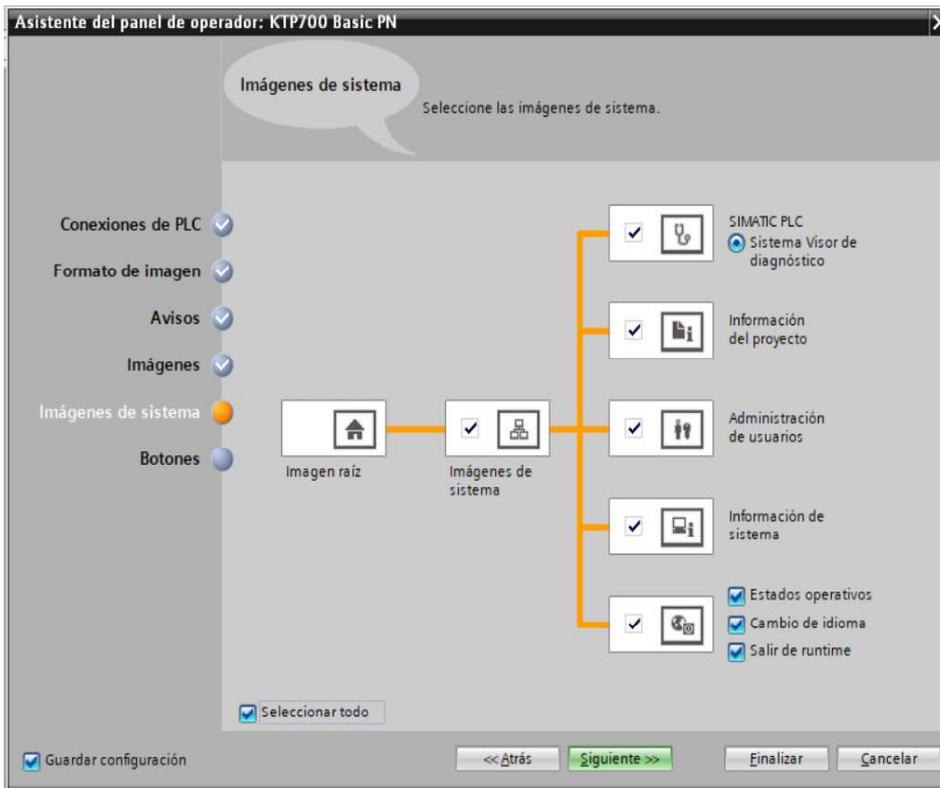


Figura 3.34 Asistente del panel de KTP700 Basic PN (Imágenes de sistema)

En la figura 3.35, se colocó la función de cada uno de los botones físicos que contiene la pantalla táctil la misma, que se pudieron programar en el diseño de la HMI como los botones que se encuentran programados de fábrica.

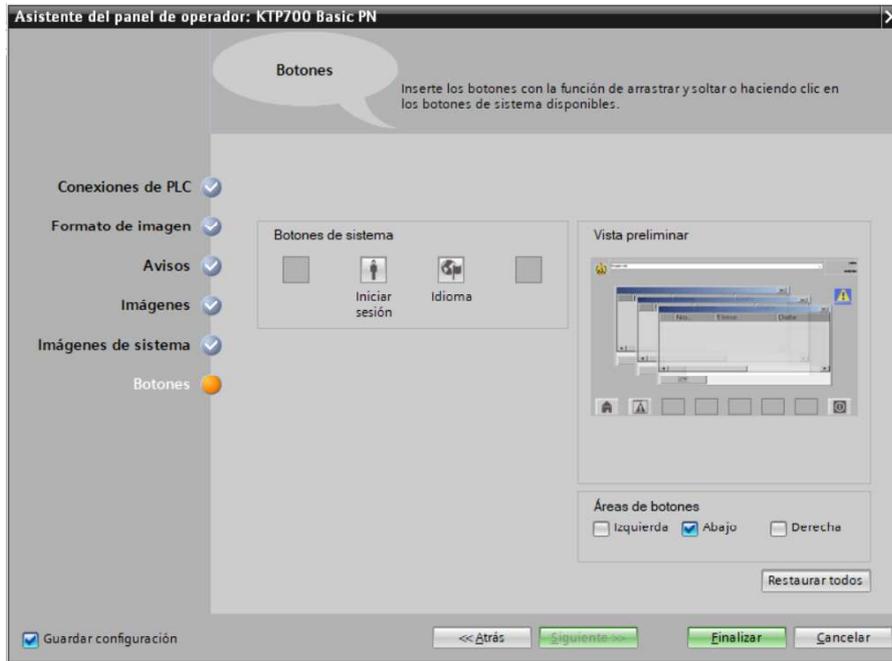


Figura 3.35 Asistente del panel de KTP700 Basic PN (Botones)

Así mismo en la configuración de la pantalla táctil física se debió realizar algunas modificaciones, en la figura 3.36 se observa la pantalla principal del dispositivo táctil en la cual se tuvo que presionar en la opción de Settings para continuar con la configuración del dispositivo.

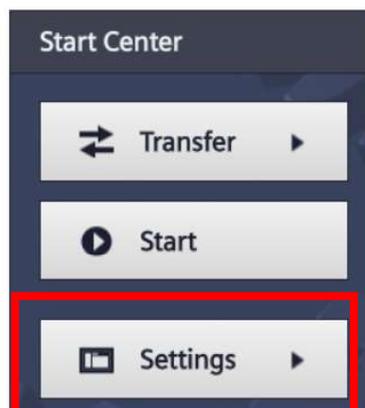


Figura 3.36 Pantalla principal del dispositivo táctil

En la figura 3.37 se muestra la ventana de Start Center en donde se debió presionar la opción de Settings para acceder a las configuraciones principales del dispositivo táctil, para empezar, se tuvo que configurar la dirección IP del dispositivo y esto se realizó presionando la opción Network Interface.

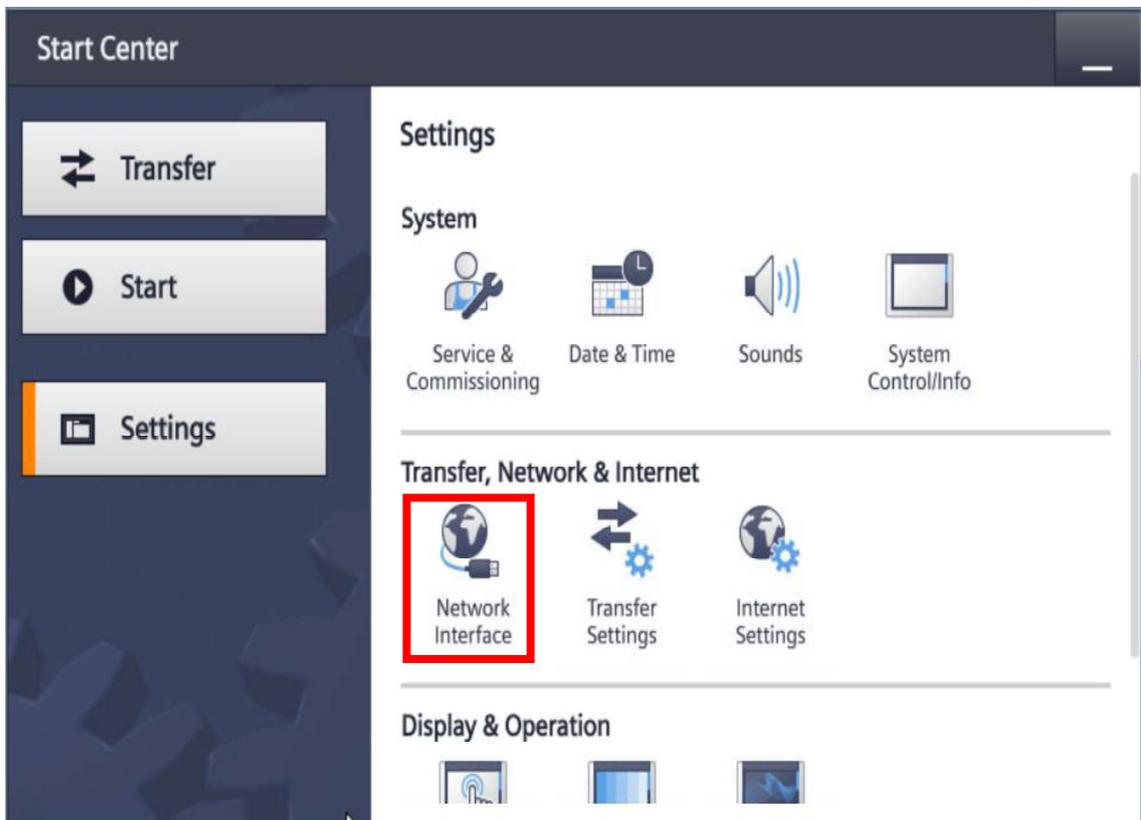


Figura 3.37 Interfaz de red de trabajo

En la ventana que muestra la figura 3.38 se debe colocar la dirección IP como la máscara de subred que se le asigna al dispositivo táctil en la red industrial que se está diseñando para que la misma la reconozca y posteriormente trabajar en ella.

En la figura 3.39 se muestra nuevamente la ventana de Settings para la configuración del Sm@rtServer, para acceder se debió presionar en la opción de Internet Settings.

Para la configuración del Sm@rtServer simplemente se presionó en la opción que lleva el mismo nombre y se deslizó el botón para colocar la opción en ON como se observa en la figura 3.40.

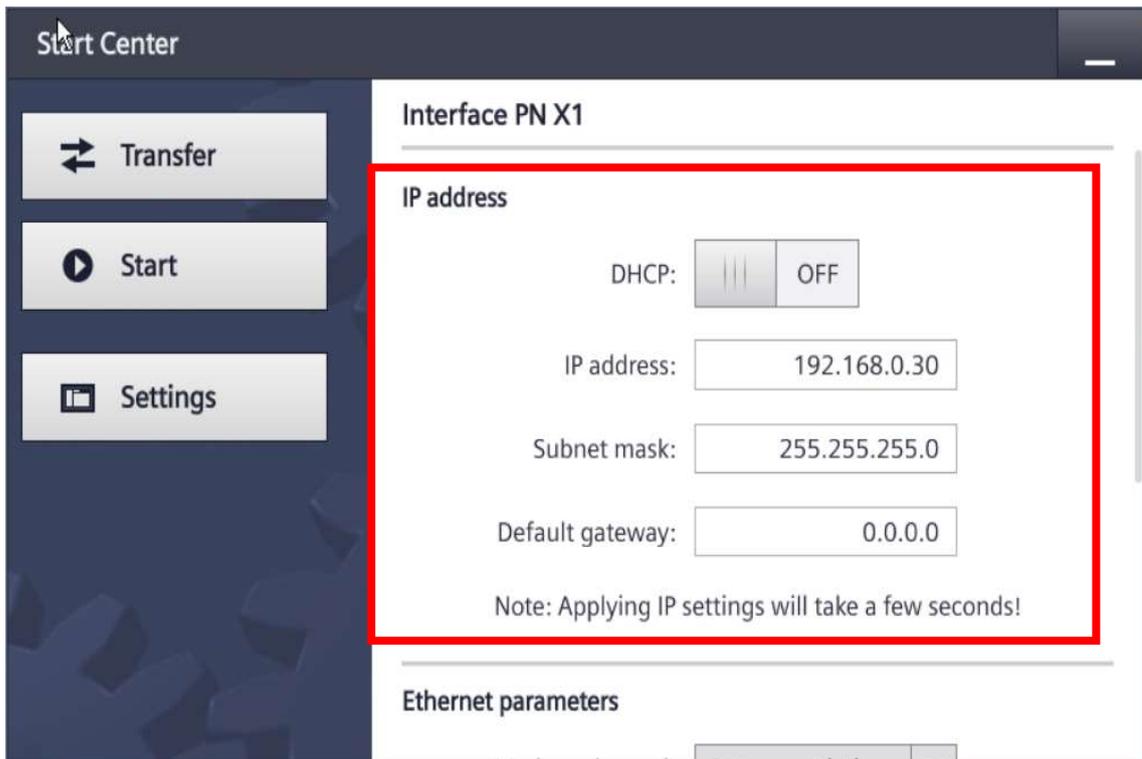


Figura 3.38 Asignación de la dirección IP y subred del dispositivo táctil

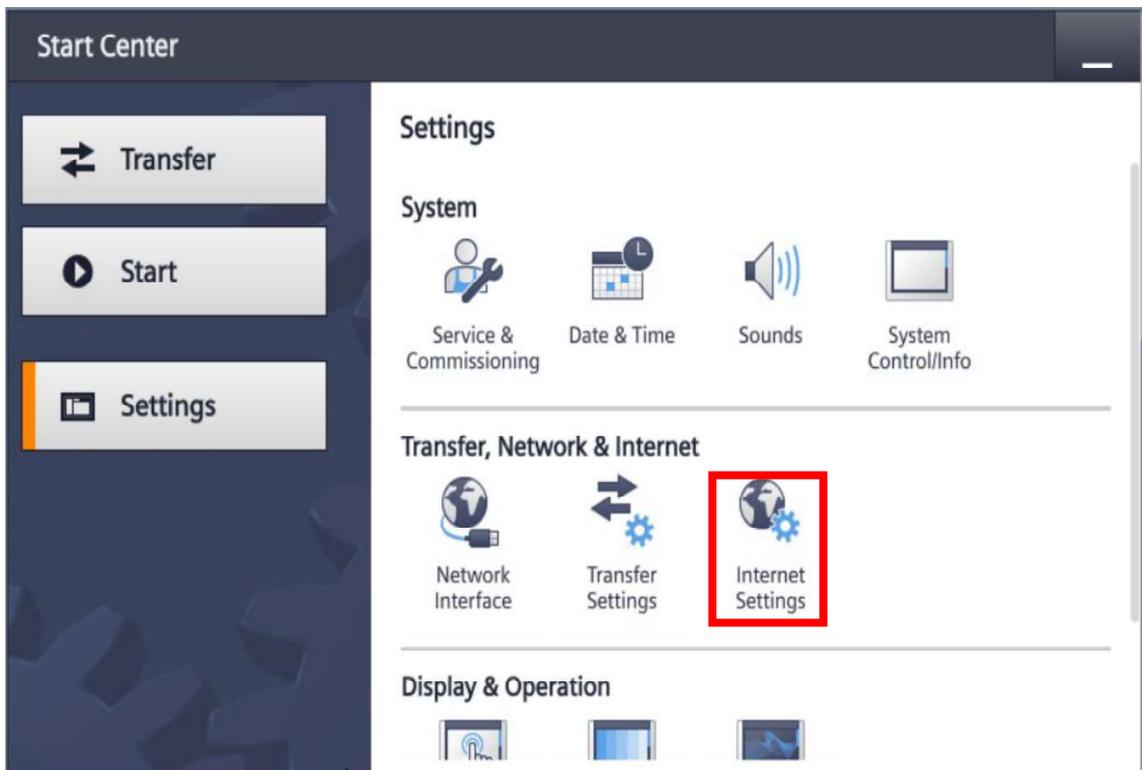


Figura 3.39 Configuraciones de internet

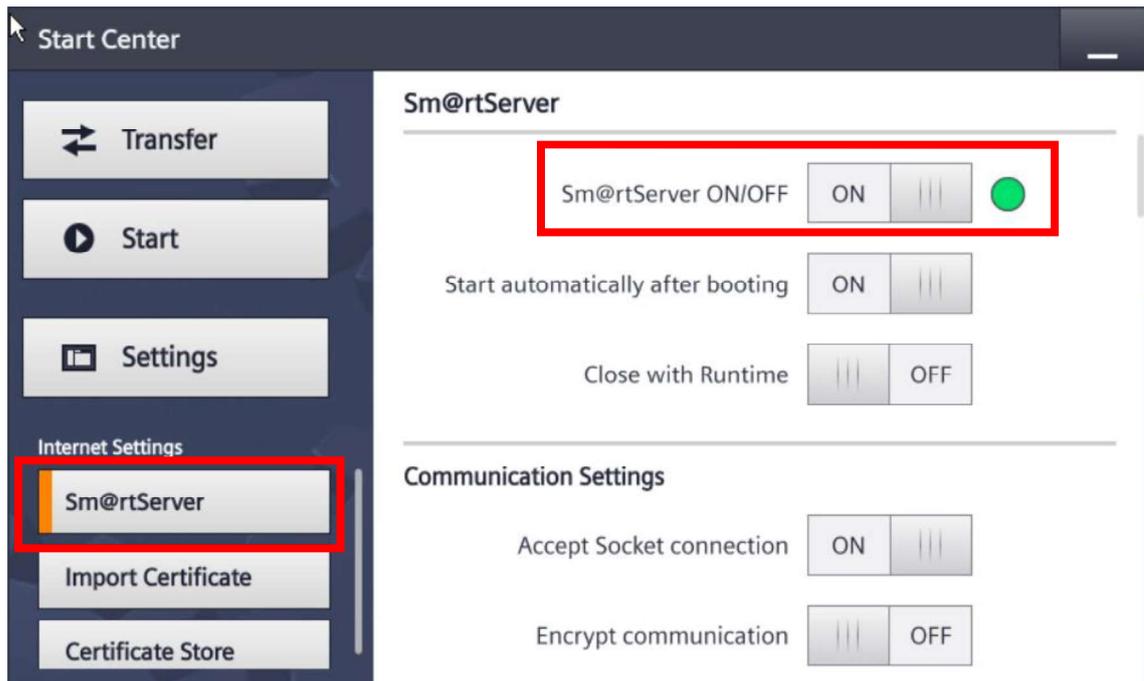


Figura 3.40 Configuración del Sm@rtServer en el dispositivo táctil

En la ventana que muestra la figura 3.41 se realizó la configuración de seguridad, la cual implicó la creación de un código de acceso para que los dispositivos que accedieran con dicha contraseña desde el Sm@rtClient pudiesen obtener libre control de las HMI.

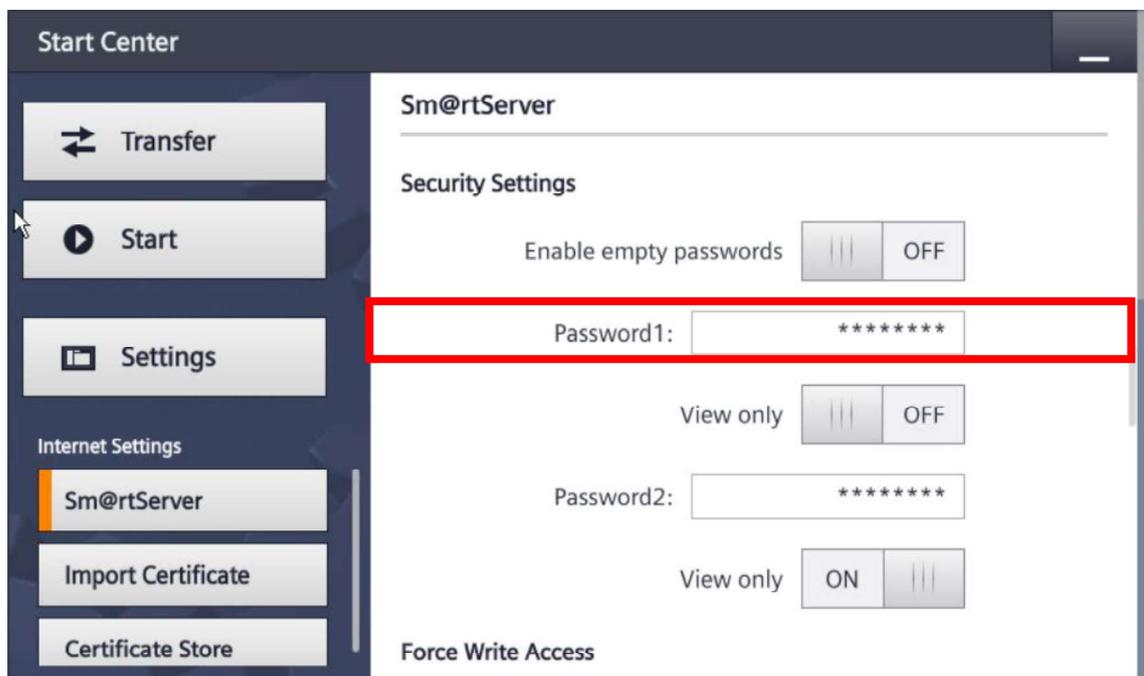


Figura 3.41 Security Settings del dispositivo táctil

- **Configuración del Sm@rtClient**

En la ventana de la figura 3.42, se muestra la ubicación de la aplicación Sm@rtClient en el ordenador, por lo general se encuentra en el Equipo, Windows (C), Archivos de programa (x86), Siemens, Automation, WinCC RT Advanced.

Al momento de abrir la aplicación se mostró la ventana que se observa en la figura 3.43, se ingresó la dirección IP que está configurada el dispositivo táctil o el servidor de un ordenador, dependiendo de la interfaz que se deseaba ingresar ya sea la interfaz del dispositivo táctil como la interfaz del ordenador.

Una vez ingresada la dirección IP del dispositivo al que se deseaba acceder, se colocó la contraseña preestablecida por el servidor y se dio clic en ok como se puede observar en la figura 3.44.

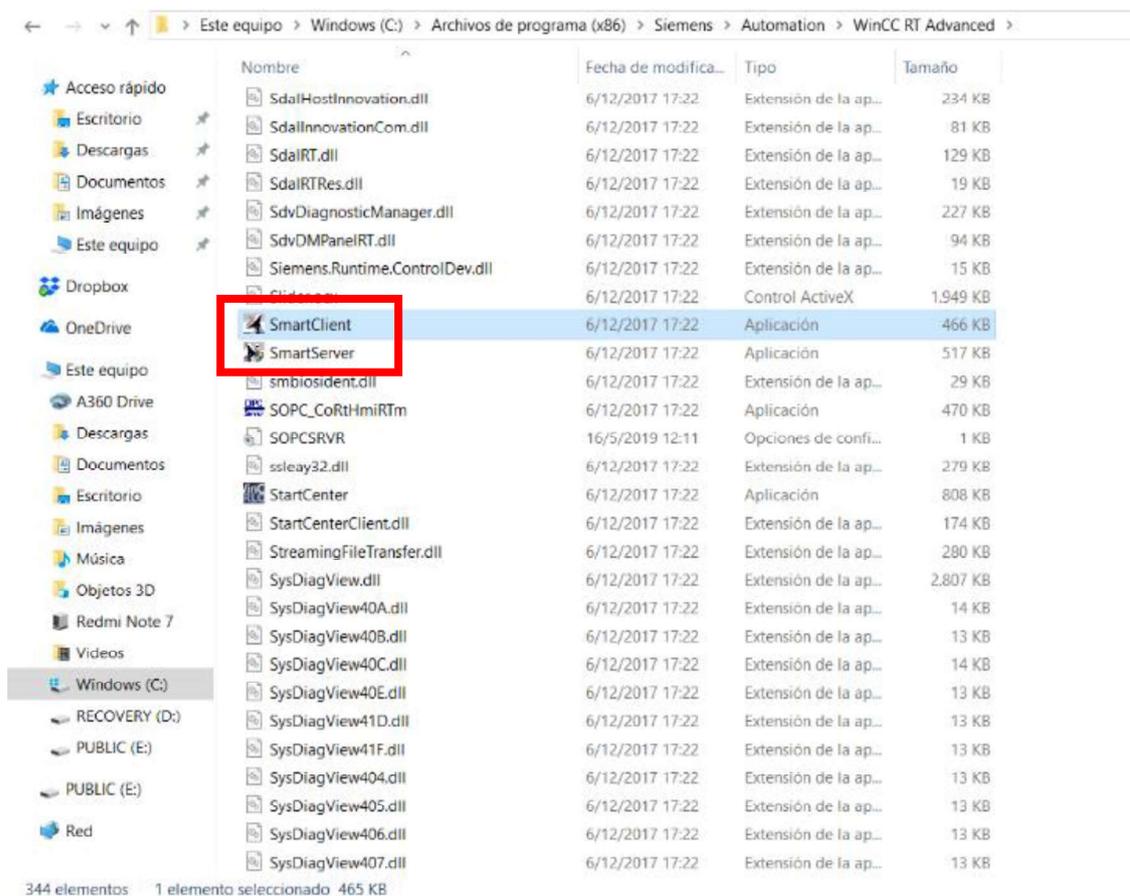


Figura 3.42 Ubicación de la aplicación Sm@rtClient

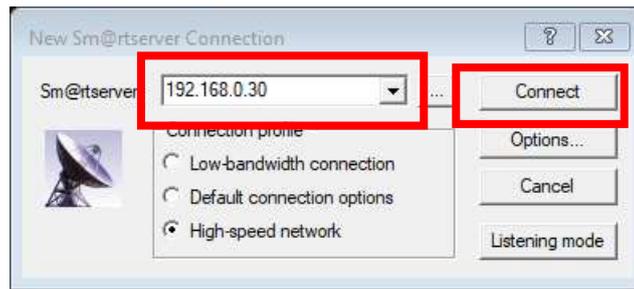


Figura 3.43 Dirección IP del dispositivo táctil u ordenador

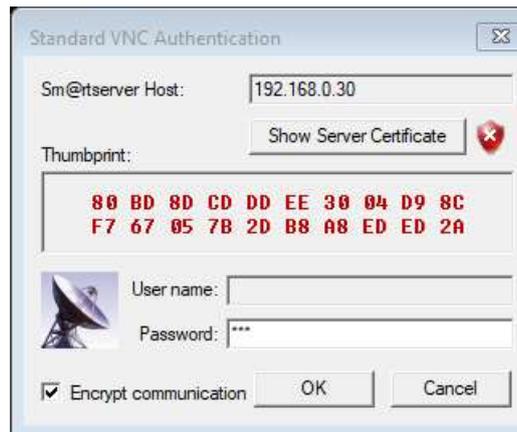


Figura 3.44 Colocación de la contraseña del servidor

- **Configuración del Sm@rtClient desde un Smartphone**

Para realizar la configuración de Sm@rtCliente en un teléfono inteligente se necesitó de un router para la conexión inalámbrica, en el caso de este proyecto se utilizó un router LINKSYS, para lo cual se necesitó de una configuración inicial como se observa en el manual de usuario en el ANEXO A.

En el smartphone fue necesario descargar la aplicación de Smart Client como se puede observar en la figura 3.45, la cual se pudo obtener desde la Playstore o desde una página de internet que permitiese la descarga directa del apk.

Al momento de ejecutar la aplicación (figura 3.46), se debió crear un nuevo proyecto, para esto se presionó en la parte superior el símbolo + (figura 3.47), para que se abra la ventana en donde se colocaría la dirección IP del servidor que en el caso fue la dirección de la pantalla táctil, así mismo de la contraseña colocada en el servidor como se puede observar en la figura 3.48. Para finalizar se debió señalar Enforce Encryption y presionar el botón Show Certificate.



Figura 3.45 Aplicación de Sm@rt Client



Figura 3.46 Ejecución de la aplicación Sm@rt Client



Figura 3.47 Ventana principal de la aplicación Sm@rt Client

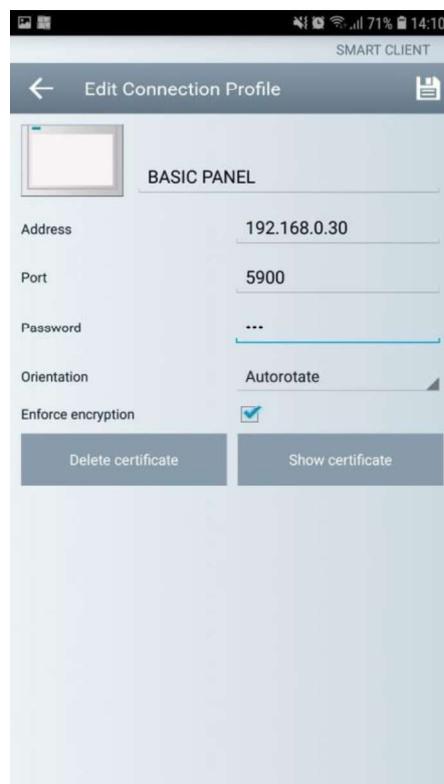


Figura 3.48 Colocación de datos para el funcionamiento de la aplicación

- **Comunicación de los dispositivos**

Para que todos los dispositivos pudiesen comunicarse se utilizó el módulo de comunicación PROFINET Ethernet (IE general), como se puede observar en la figura 3.49.

En la ventana Dispositivos y Redes (figura 3.50), se puede observar a todos los dispositivos colocados en la misma red con su diferente dirección IP y sus respectivos nombres.

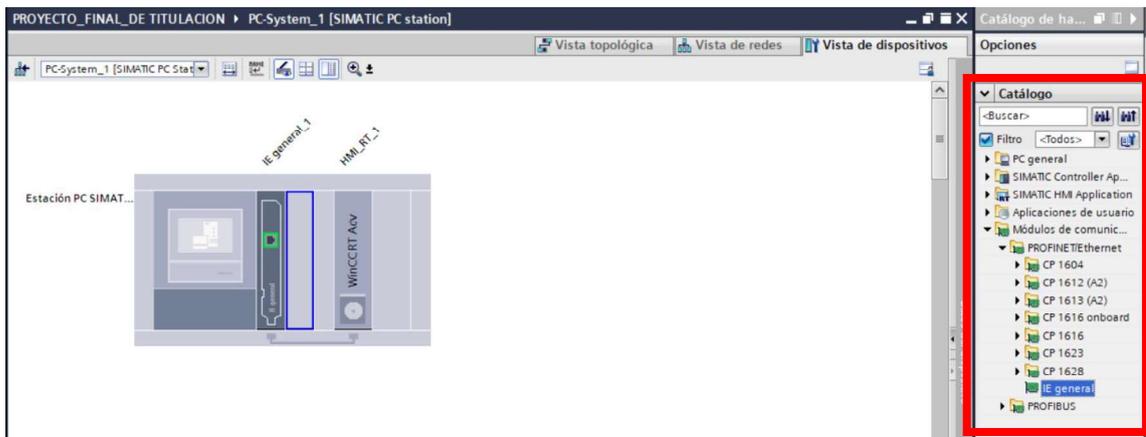


Figura 3.49 Configuración del módulo de comunicación

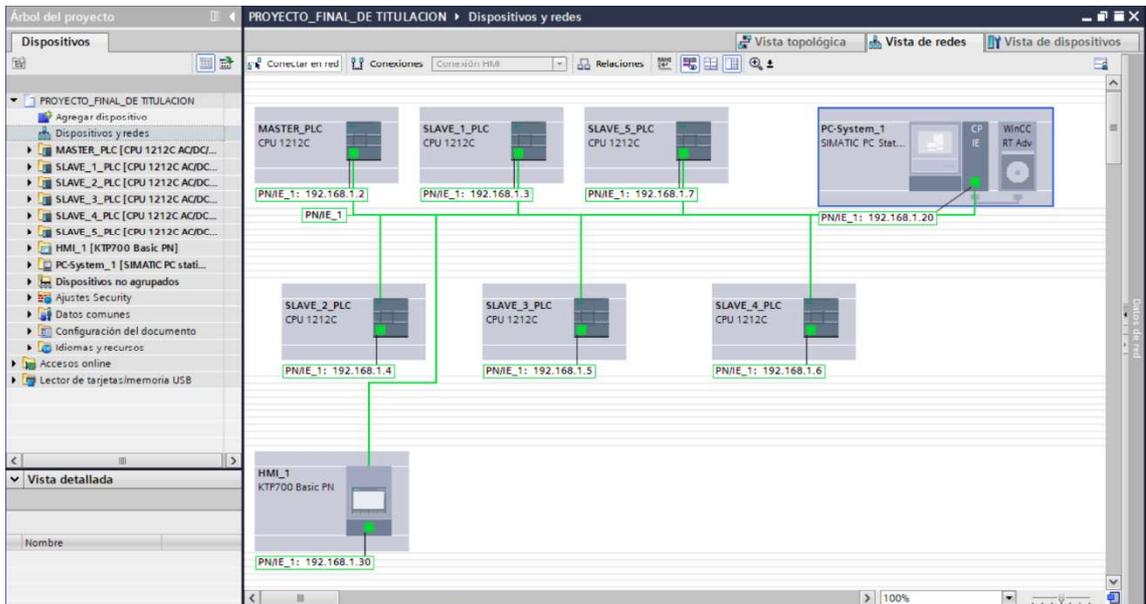


Figura 3.50 Todos los dispositivos en la misma red

### 3.4 Interfaz humano máquina

- **Pantalla de inicio**

En primera instancia se tiene una pantalla de inicio (figura 3.51), desde la cual se puede acceder al menú de interfaces, para el control de las plantas utilizadas para este proyecto, desde el botón INGRESAR. También permite visualizar la fecha y hora del sistema y cerrar el runtime desde la misma. En la tabla 3.1 se describe la función de cada elemento de esta pantalla.



Figura 3.51 Pantalla de inicio desde el ordenador

Tabla 3.1 Elementos de la pantalla de inicio desde el ordenador

| Nº | IMAGEN  | DESCRIPCIÓN                           |
|----|---|---------------------------------------|
| 1  |  | Logotipo ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL |
| 2  |  | Logotipo BUHO                         |

| Nº | IMAGEN | DESCRIPCIÓN  |
|----|--------|--|
| 3  |        | Logotipo ESCUELA DE FORMACION DE TECNOLOGOS                                    |
| 4  |        | Hora y fecha del sistema   |
| 5  |        | Botón de inicio hacia el menú de las interfaces para el control de las plantas |
| 6  |        | Botón de cierre de wincc runtime advance                                       |

- **Planta de domótica**

Una vez accedido al menú de interfaces para el control de las plantas, se tiene la opción de desplazarse de izquierda a derecha y viceversa por las interfaces para seleccionar la que se desee controlar, monitorear o supervisar, desde el botón INGRESAR una vez se haya seleccionado alguna de ellas. Desde este menú también se tiene la posibilidad de visualizar la fecha y hora del sistema, además de regresar a la pantalla de inicio, la misma que se utiliza en todas las interfaces de control del HMI desde el ordenador como se observa en la figura 3.52. En la tabla 3.2 se describe la función de cada elemento de esta pantalla.



Figura 3.52 Menú principal de la interfaz en el ordenador

Tabla 3.2 Elementos de la pantalla del menú principal

| Nº | IMAGEN   | DESCRIPCIÓN   |
|----|--|---|
| 1  |   | Botón de retroceso hacia la pantalla de inicio            |
| 2  |   | Botón para desplazarse a la interfaz de control anterior  |
| 3  |   | Botón para ingresar a la interfaz de control seleccionada |
| 4  |   | Botón para desplazarse a la interfaz de control siguiente |
| 5  |   | Hora y fecha del sistema                                  |
| 6  |  | Vista previa de la interfaz de control                    |

Para este caso puntual se accede a la interfaz (figura 3.53) que permite el control de la planta de domótica, en la cual se tiene principalmente un teclado matricial, con el cual se podrá ingresar varias contraseñas que permitan acceder a los diferentes modos de dicha planta.

El primero viene a ser cuando se ingresa la clave de activación 2019, la cual activa el modo de familia en casa. Con dicho modo activado se puede acceder a funciones de control de temperatura e iluminación de la planta, además de que al ingresar la contraseña 5678 se activa la opción para abrir la puerta de la casa.

El segundo modo de familia fuera de casa se logra ingresando la clave 4321 con lo cual la alarma entra en modo activo y en el caso de reconocer un forcejeo en la puerta se da inicio a un contador el cual después de 10 segundos activará una alarma sonora la cual una vez se detenga dejará bloqueado el sistema, y para desbloquearlo es necesario ingresar la contraseña de inicio que viene a ser 1234. En la tabla 3.3 se describe la función de cada elemento de esta pantalla.



Figura 3.53 Pantalla principal de la interfaz de la planta de domótica en el ordenador

Tabla 3.3 Elementos de la pantalla principal de la planta de domótica

| Nº | IMAGEN | DESCRIPCIÓN  |
|----|--------|--|
| 1  |        | Teclado numérico para ingresar contraseñas de acceso, a los diferentes sistemas de la planta |
| 2  |        | Botón y luz de activación y apertura de puerta de la planta                                  |
| 3  |        | Botón de acceso a la interfaz de familia en casa   |
| 4  |        | Botón para regresar al menú de plantas controladas   |
| 5  |        | Hora y fecha del sistema   |
| 6  |        | Luz indicadora de modo familia fuera de casa   |
| 7  |        | Temporizador de activación de alarma   |

| N° | IMAGEN  | DESCRIPCIÓN                             |
|----|---|---|
| 8  |  | Botón de paro de emergencia             |
| 9  |  | Luz indicadora de activación de planta  |
| 10 |  | Luz indicadora de bloqueo de sistema    |
| 11 |  | Luz indicadora de activación de sistema |
| 12 |  | Luz indicadora de forcejeo de puerta    |
| 13 |  | Luz indicadora de activación de alarma  |
| 14 |  | Luz indicadora de activación de sirena  |

Una vez activado el modo de familia en casa se puede acceder a las opciones de control de temperatura e iluminación como se observa en la figura 3.54.

En la parte de temperatura se tiene la posibilidad de observar en tiempo real la temperatura interna de la casa en una gráfica de curvas, además de configurar la temperatura deseada, con lo cual se activará y desactivará, mediante un control ON-OFF un ventilador y un calefactor dependiendo de la temperatura colocada como set point.

Por otro lado, en la parte de iluminación se puede seleccionar entre dos modos de encendido y apagado de iluminación, los cuales son manual y automático.

En el modo manual se enciende y se apaga a voluntad las luces de la casa independientemente del cualquier factor externo, y en el modo automático al contrario dependerá del nivel de luz externo detectado por un sensor de luminosidad ubicado al exterior de la casa, donde al detectar baja luminosidad encenderá las luces y al detectar alta luminosidad las apagará. En la tabla 3.4 se describe la función de cada elemento de esta pantalla.

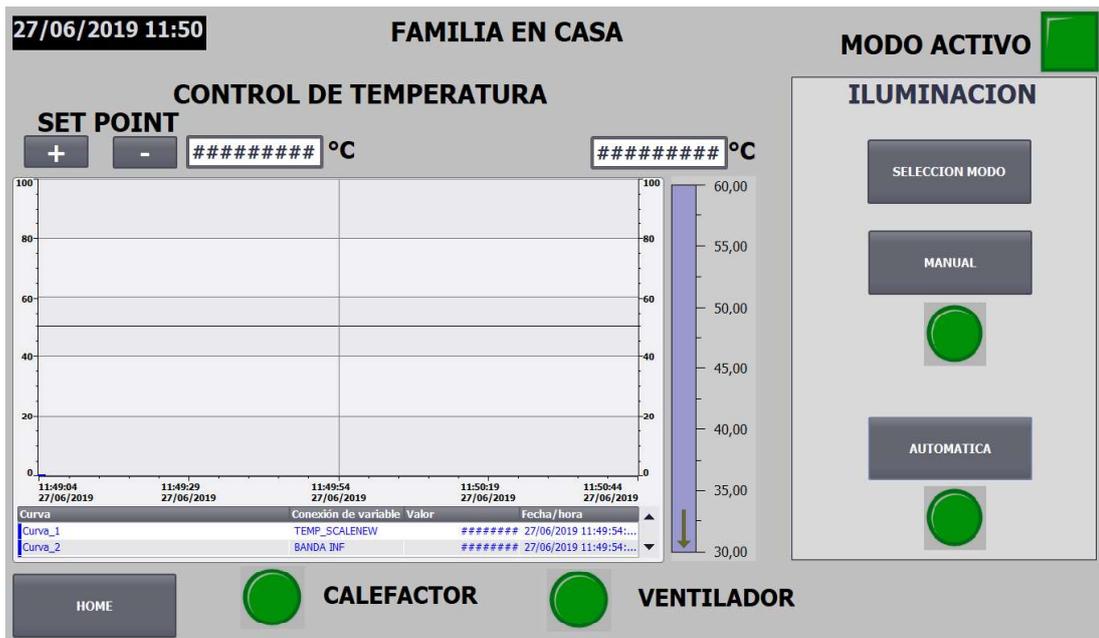
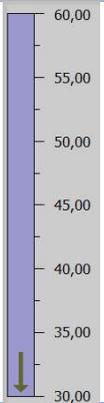
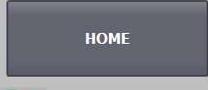


Figura 3.54 Interfaz del control e iluminación

Tabla 3.4 Elementos de la pantalla secundaria de la planta de domótica

| Nº | IMAGEN  | DESCRIPCIÓN   |
|----|---|---|
| 1  |  | Botones para configurar el set point de temperatura |
| 2  |  | Indicador numérico de temperatura en °C             |
| 3  |  | Registro de curvas de temperatura                   |
| 4  |  | Barra escalada de medición de temperatura           |
| 5  |  | Hora y fecha del sistema                            |

| Nº | IMAGEN  | DESCRIPCIÓN   |
|----|---|---|
| 6  |  | Luz indicadora de modo familia en casa activo           |
| 7  |  | Botón de selección de modo de iluminación               |
| 8  |  | Botón de selección modo manual de iluminación           |
| 9  |  | Botón de selección modo automático de iluminación       |
| 10 |  | Botón de retroceso a la pantalla principal de la planta |
| 11 |  | Luz indicadora de activación de calefactor              |
| 12 |  | Luz indicadora de activación de ventilador              |

- **Planta de control de puente levadizo**

Al dar un clic en el botón siguiente, la segunda interfaz a la que se puede acceder, es la utilizada en el control del puente levadizo como se observa en la figura 3.55.

Esta interfaz permite simular el control automático de un puente levadizo (figura 3.56), donde muestra una animación con vehículos moviéndose con luz verde sobre el puente mientras no se detecte que un barco apareció y desee cruzar. Para dicha simulación se tiene dos botones con los cuales se puede simular un sensor de presencia que detecte la aparición de un barco. Cuando se presiona el botón BARCO empieza la simulación con la aparición de un barco tras el puente y automáticamente la animación de los vehículos cruzando libremente por el puente se detiene, e instantáneamente se inicia un tiempo de espera de advertencia de 5 segundos mientras las luces rojas parpadean de manera intermitente para dar aviso a los vehículos de que el puente se va a elevar. Una vez pasado los 5 segundos de espera, la luz roja se detiene y se mantienen encendidas mientras se muestra una animación donde se puede observar como el puente se eleva para dar paso al barco el cual parpadea para simular su movimiento,

dicha animación se mantiene hasta que presionemos el botón de BARCO OFF el cual simula que el barco ya paso. Una vez hecho esto se muestra como el puente regresa a su posición original y el tráfico vuelve a fluir normalmente con luz verde hasta que se produzca un nuevo evento. En la tabla 3.5 se describe la función de cada elemento de esta pantalla.

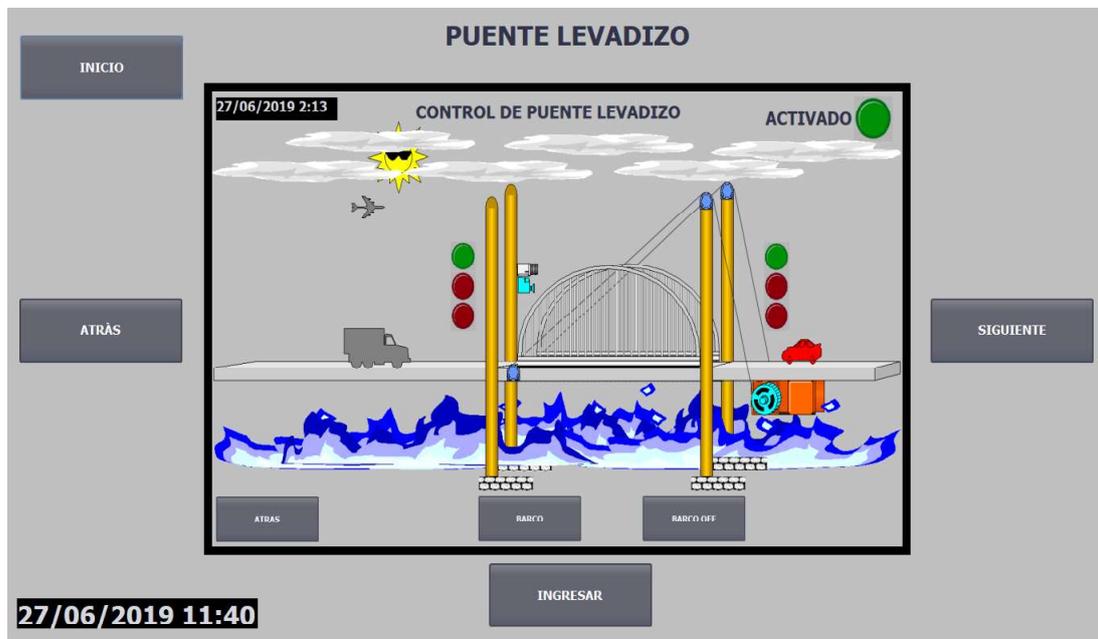


Figura 3.55 Pantalla de inicio del puente levadizo en el ordenador

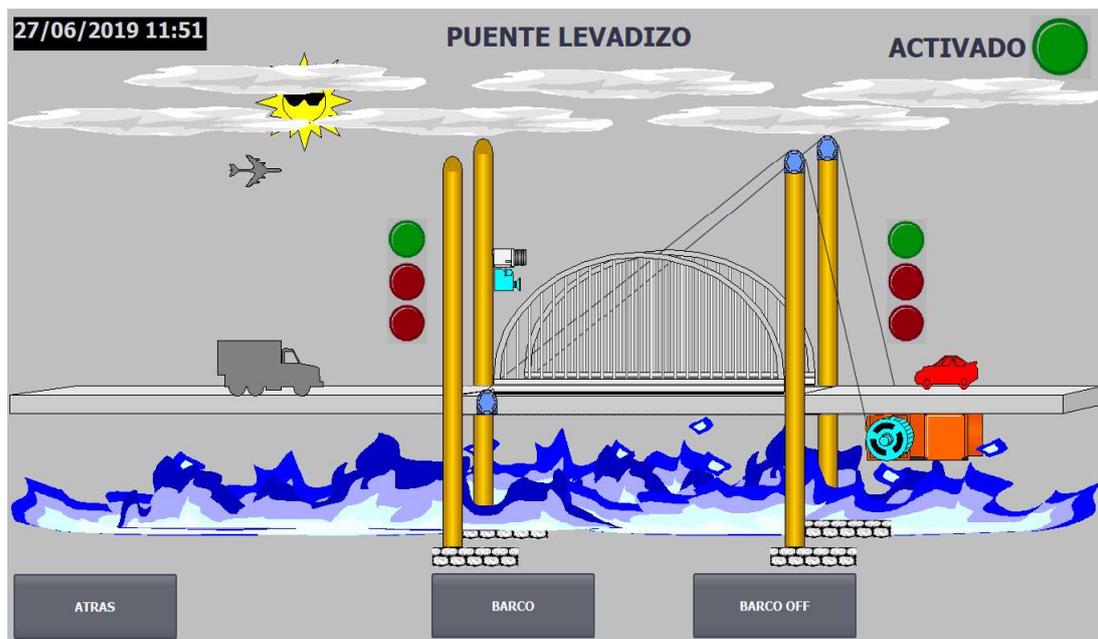
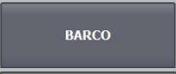


Figura 3.56 Interfaz del puente elevadizo en el ordenador

Tabla 3.5 Elementos de la pantalla de la planta de control de puente levadizo

| Nº | IMAGEN  | DESCRIPCIÓN  |
|----|---|--|
| 1  |  | Luces indicadoras de tránsito de vehículos         |
| 2  |  | Botón para regresar al menú de plantas controladas |
| 3  |  | Luz indicadora de activación de planta             |
| 4  |  | Hora y fecha del sistema                           |
| 5  |  | Botón de simulación de barco on                    |
| 6  |  | Botón de simulación de barco off                   |

- **Planta de control de nivel por presión hidrostática**

Al dar clic en el botón siguiente, la tercera interfaz a la que se puede acceder, es la utilizada en el control de nivel por presión hidrostática como se observa en la figura 3.57.



Figura 3.57 Pantalla principal de la planta de control de nivel por presión hidrostática en el ordenador

En esta interfaz se puede tener total acceso a un control de nivel en tiempo real (figura 3.58), a través de dos tipos de sensores instalados en esta planta. Uno de los modos es a través de un sensor de nivel que actúa según la presión ejercida por el agua en reposo dentro de un contenedor abierto.

Para activar este modo se debe accionar el interruptor que activa la señal de dicho transmisor, en este modo se tiene la posibilidad de escoger entre tres niveles bajo, medio y alto desde cualquier nivel en el que se encuentre el agua del reservorio, según la situación se activará la bomba o la válvula neumática de dicha planta, ya sea para ingresar agua al contenedor o para vaciar el mismo.

En el segundo modo con la señal del transmisor apagada, solo se puede escoger entre las opciones de llenar o vaciar manualmente hasta que el nivel que se desee, claro está que dicha planta cuenta con sensores de nivel alto y bajo a modo de seguridad para evitar que el contenedor se desborde o se quede completamente sin agua, no obstante, en la interfaz también se tiene un botón de paro de emergencia en caso de que alguno de estos sensores llegase a fallar y poder detener todo el sistema. En la tabla 3.6 se describe la función de cada elemento de esta pantalla.

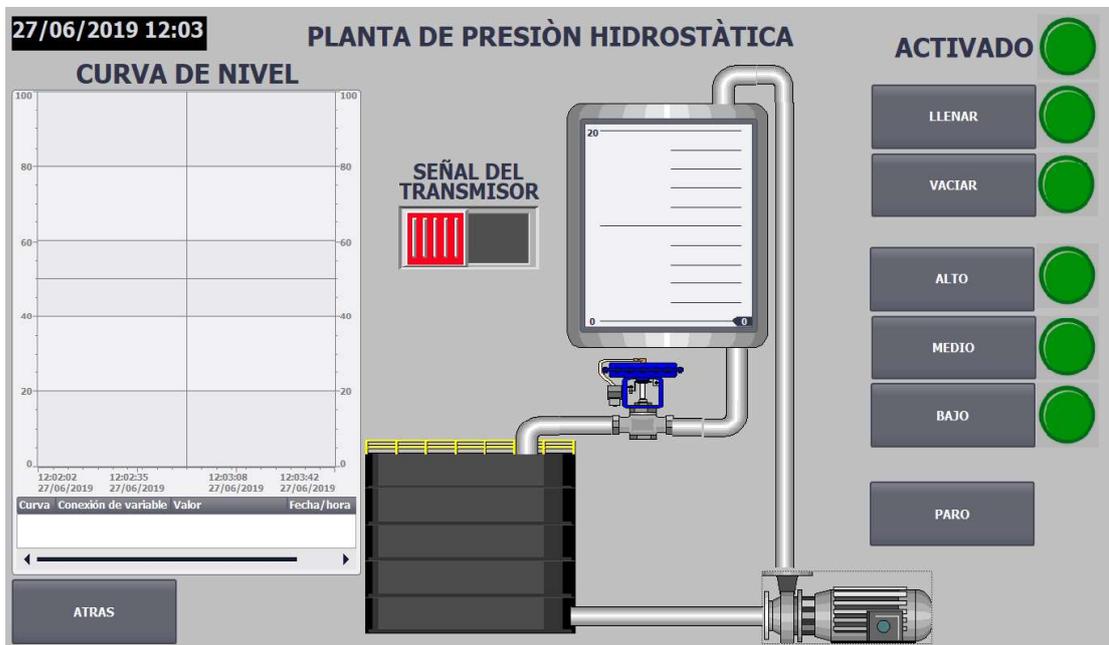
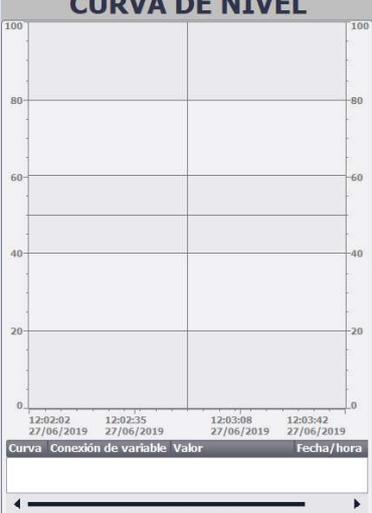
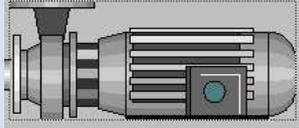
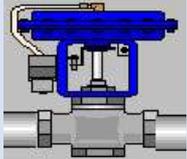


Figura 3.58 Interfaz de la planta de presión hidrostática en el ordenador

Tabla 3.6 Elementos de la pantalla de la planta de control de nivel por presión hidrostática

| Nº | IMAGEN  | DESCRIPCIÓN   |
|----|---|---|
| 1  |    | Luz indicadora de activación de planta  |
| 2  |    | Interruptor de encendido y apagado del sensor de nivel por presión hidrostática |
| 3  |   | Registro de curvas de nivel   |
| 4  |  | Barra escalada de medición de nivel   |
| 5  |  | Hora y fecha del sistema  |
| 6  |  | Tanque reservorio de agua   |
| 7  |  | Bomba de agua   |

| N° | IMAGEN   | DESCRIPCIÓN  |
|----|--|--|
| 8  |   | Válvula neumática pilotada                           |
| 9  |   | Botón para regresar al menú de plantas controladas   |
| 10 |   | Botón de llenado completo                            |
| 11 |   | Botón de vaciado completo                            |
| 12 |   | Botón de llenado automático con señal del sensor     |
| 13 |   | Botón de nivel medio automático con señal del sensor |
| 14 |   | Botón de nivel bajo automático con señal del sensor  |
| 15 |  | Botón de paro de emergencia                          |

- **Accionamiento de motores**

Al dar en siguiente, la cuarta y última interfaz a la que se puede acceder, es la utilizada en el control de motores como se observa en la figura 3.59.

Esta interfaz permite tener el control en el encendido y apagado, ya sea de modo manual o automático, de seis motores en tiempo real a través del uso de dos PLCs conectados en red intercomunicándose entre sí (figura 3.60). En el modo automático se tiene una secuencia de encendido de todos los motores del 1 al 6, donde los tres primeros son controlados por el primer PLC y los tres siguientes por el segundo. Dicha secuencia cíclica permite el encendido y apagado secuencial de todos los motores en orden con intervalos de tiempo de 3 segundos. La secuencia se repite de manera infinita hasta que se detenga con el botón de PARO. Para el modo manual se tiene la posibilidad de encender y apagar cada uno de los 6 motores sin importar que todos o ninguno puedan estar encendidos o apagados. En la tabla 3.7 se describe la función de cada elemento de esta pantalla.

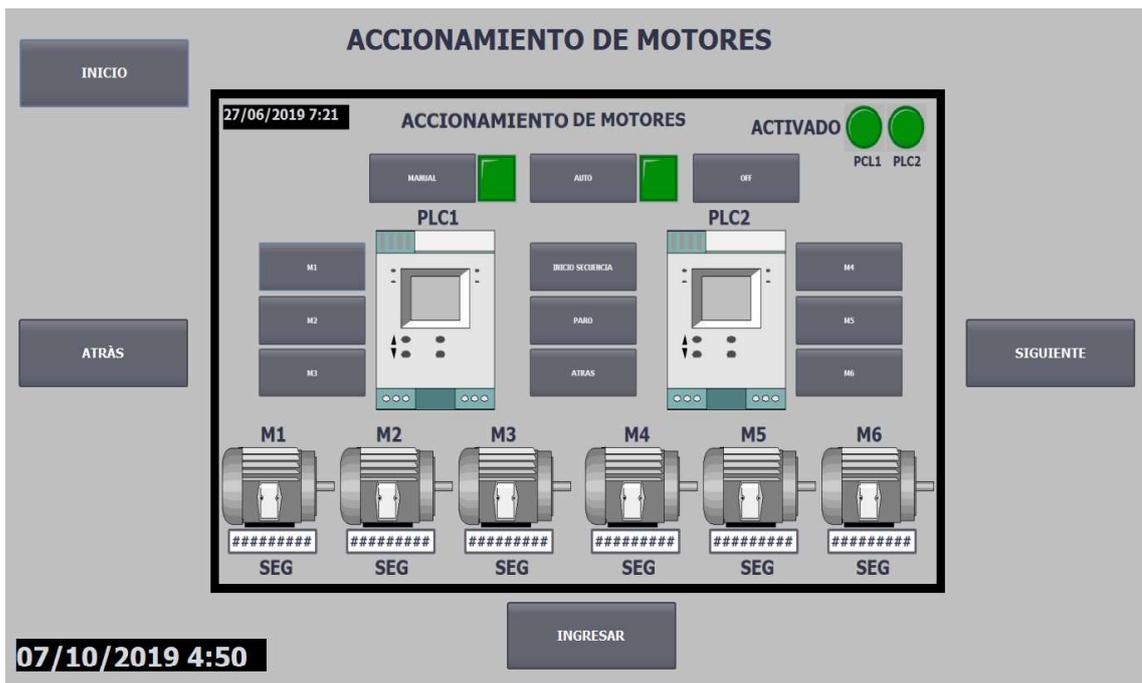


Figura 3.59 Pantalla principal del accionamiento de motores en el ordenador

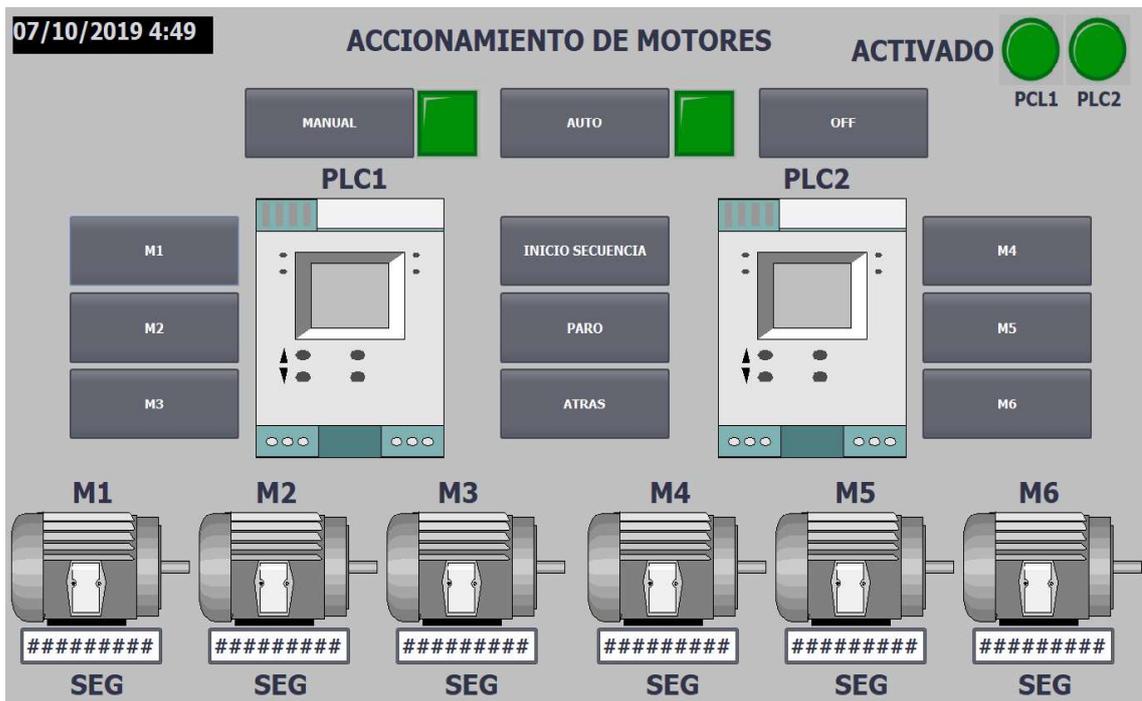
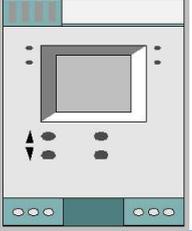
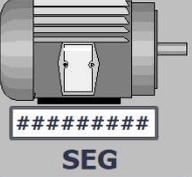
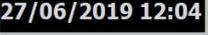
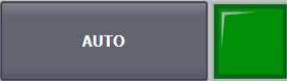
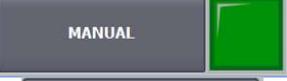


Figura 3.60 Interfaz del accionamiento de motores en el ordenador

Tabla 3.7 Elementos de la pantalla del accionamiento de motores

| Nº | IMAGEN  | DESCRIPCIÓN   |
|----|---|---|
| 1  |    | Luz indicadora de activación de planta                  |
| 2  |    | Representación de PLC                                   |
| 3  |    | Representación de motor y tiempo de activación          |
| 4  |   | Botones de activación manual de motores del primer PLC  |
| 5  |  | Hora y fecha del sistema                                |
| 6  |  | Botones de activación manual de motores del segundo PLC |
| 7  |  | Botón para regresar al menú de plantas controladas      |
| 8  |  | Botón de activación de modo automático                  |
| 9  |  | Botón de activación de modo manual                      |
| 10 |  | Botón de apagado de modo de funcionamiento              |
| 11 |  | Botón de paro de emergencia                             |
| 12 |  | Botón de inicio de secuencia en modo automático         |

### 3.5 HMI en pantalla táctil KTP 700 BASIC PANEL

Las siguientes imágenes (figuras 3.61, 3.62, 3.63, 3.64, 3.65, 3.66 y 3.67) muestran las interfaces creadas para la pantalla táctil utilizada en este proyecto. Al manejarse de una manera diferente y limitando el uso de algunos iconos y el espacio de creación y diseño debido a la resolución de dicha pantalla, con relación al Wincc runtime advance, dichas interfaces pueden verse diferentes a las mostradas anteriormente, pero por otro lado cuentan con botones, luces indicadoras y gráficas de curvas, que permiten tener las mismas funciones de control, monitoreo y supervisión descritas anteriormente, en las interfaces realizadas para el uso en un ordenador.

- **Pantalla de inicio**



Figura 3.61 Pantalla de inicio general en la pantalla táctil

- **Planta de domótica**



Figura 3.62 Pantalla principal de la planta de domótica en la pantalla táctil



Figura 3.63 Interfaz del control de domótica en la pantalla táctil



Figura 3.64 Interfaz del control de iluminación en la pantalla táctil

- **Planta de control de puente levadizo**

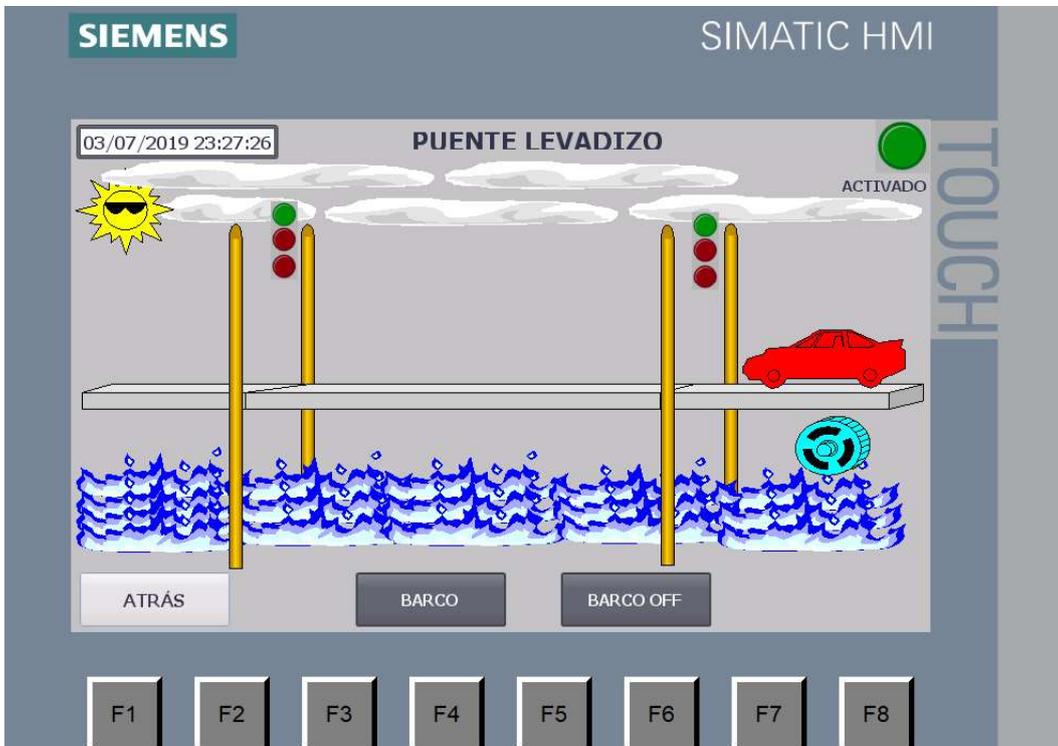


Figura 3.65 Pantalla principal de control de puente levadizo en la pantalla táctil

- **Planta de control de nivel por presión hidrostática**

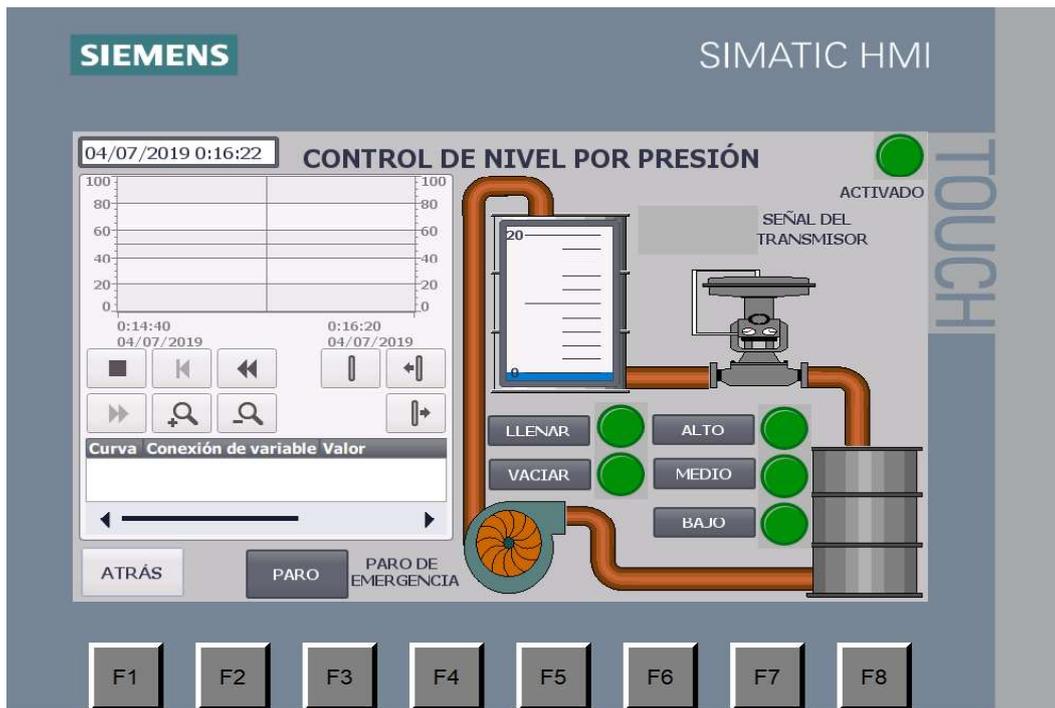


Figura 3.66 Pantalla principal de control de nivel por presión hidrostática en la pantalla táctil

- **Accionamiento de motores**

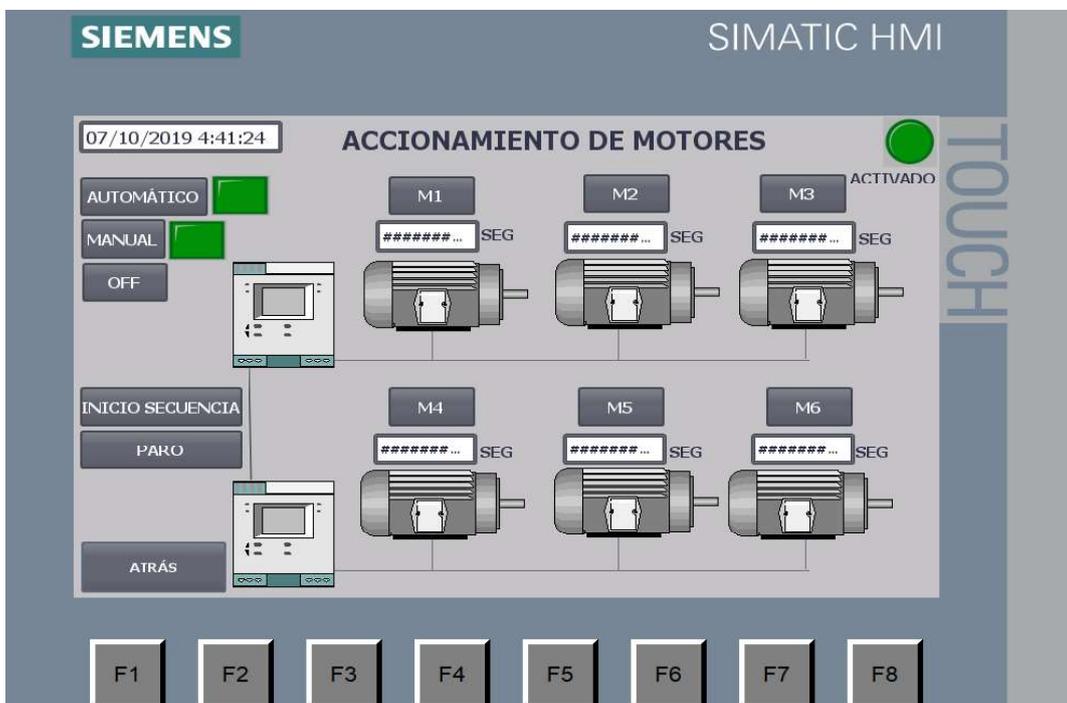


Figura 3.67 Pantalla principal del accionamiento de motores en la pantalla táctil

### 3.6 Algoritmos de control

Algoritmos de control y tablas de variables se encuentran en el ANEXO E.

### 3.7 Pruebas de conexión y funcionamiento

- **Dispositivo táctil**

Una vez realizada la configuración del dispositivo táctil, se procede a cargar el programa en el mismo. La pantalla dispondrá del HMI antes programada en el software para controlar los cuatro módulos de trabajo. Este dispositivo se convierte en el Sm@rt Server como se puede observar en la figura 3.68.

Asimismo, con ayuda del router se logra una conexión inalámbrica para el Smart phone y algunos ordenadores que deseen entrar en la red industrial y ser parte del Sm@rt Client como se puede observar en la figura 3.69, la cual muestra dos ordenadores, dos Smart phone y el dispositivo conectados a la red industrial y logrando controlar los diferentes módulos de trabajo.

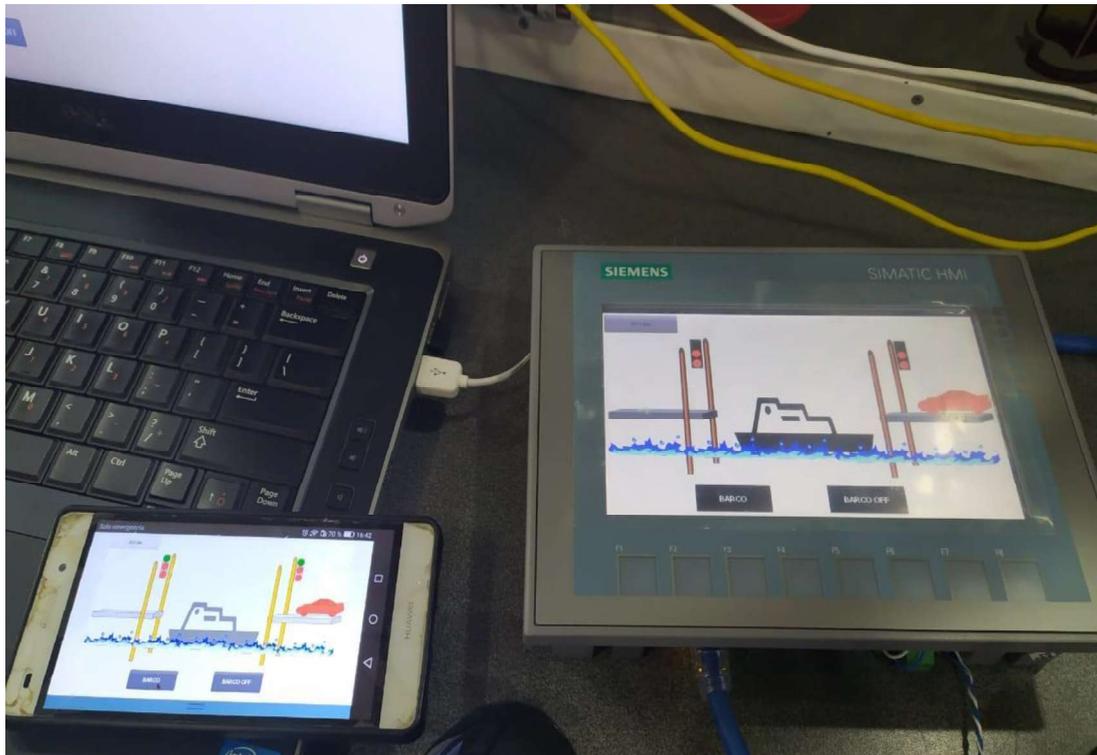


Figura 3.68 Prueba de funcionamiento del dispositivo táctil



Figura 3.69 Prueba de funcionamiento de dispositivos inalámbricos

- **Planta de domótica**

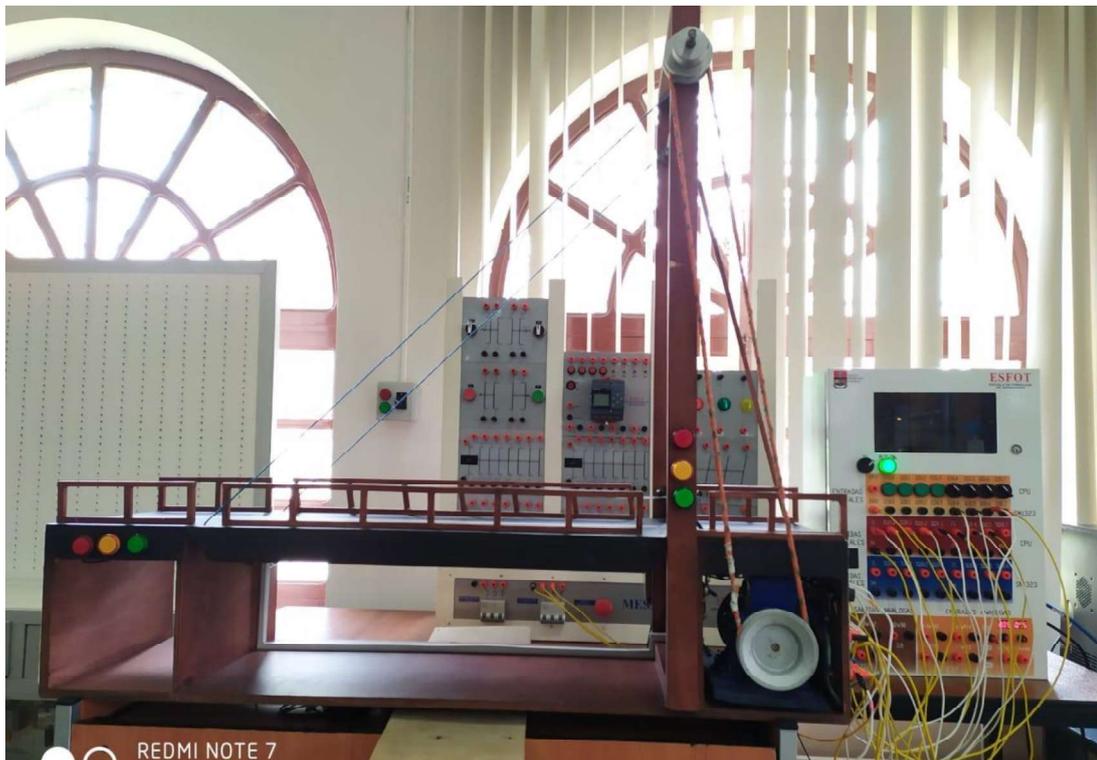
El módulo se conecta al switch de comunicación mediante el autómata, el mismo que ya contiene el algoritmo de control, este módulo necesita una fuente de poder adicional como se puede observar en la figura 3.70, para algunos elementos que dispone el módulo. Se comprueba que al momento que el master envía una señal a los contactores del panel estos se activarán, cumpliéndose cada una de las actividades programadas, como es la apertura de la puerta, la sirena de emergencia, el ventilador y calefactor de la casa.



Figura 3.70 Prueba de funcionamiento de la Planta de control de domótica

- **Planta de control de puente levadizo**

El módulo se conecta al switch de comunicación mediante el autómata, el mismo que ya contiene el algoritmo de control y un variador de frecuencia. Se comprueba que al momento que el PLC master envía una señal se activan las entradas de energización del puente y luces piloto como se puede observar en la figura 3.71.



*Figura 3.71 Prueba de funcionamiento de la Planta de control de puente levadizo*

- **Planta de control de nivel por presión hidrostática**

El módulo se conecta al switch de comunicación mediante el autómata, el mismo que ya contiene el algoritmo de control. Se comprueba que al momento que el PLC master envía una señal se energizan las entradas del módulo activando la bomba y enviando el agua desde el tanque de reserva hacia el tanque de control, el mismo que contiene sensores para controlar el nivel del agua (alto, medio, bajo), como se puede observar en la figura 3.72.



Figura 3.72 Prueba de funcionamiento de la Planta de control de nivel por presión hidrostática

- **Accionamiento de motores**

El módulo se conecta al switch de comunicación mediante el autómata, el mismo que ya contiene el algoritmo de control, en este módulo se intercomunica a dos autómatas para que trabajen en conjunto con seis motores, es decir una subred dentro de la red industrial. En la figura 3.73 se observa a los tres primeros motores los cuales, al momento de recibir la activación por parte del master seguido de la energización de los contactores, comienzan a realizar su secuencia de trabajo.



Figura 3.73 Prueba de funcionamiento del módulo de accionamiento de motores (primera etapa)

Una vez terminada la primera secuencia pasa automáticamente a la segunda etapa, la cual permite iniciar el trabajo de los tres últimos motores del segundo autómatas como se puede observar en la figura 3.74. Al momento de finalizar la secuencia todo comienza a repetirse de manera indefinida esperando el paro por parte de cualquier autómatas.

Cabe recalcar que también se puede trabajar de manera manual es decir se puede controlar a cada uno de los autómatas por separados y la secuencia no se altera.

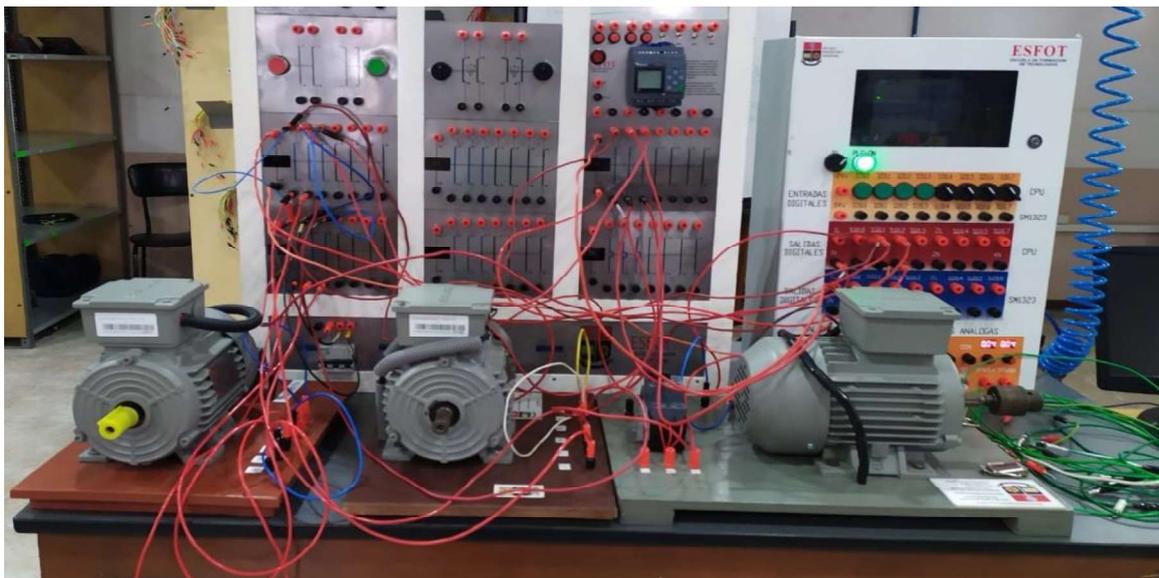


Figura 3.74 Prueba de funcionamiento del módulo de accionamiento de motores (segunda etapa)

### **3.8 Manuales de usuario y mantenimiento**

- **Manual de configuración de la red y dispositivos del Laboratorio de Tecnología Industrial de la ESFOT-EPN**

Se encuentra en el ANEXO A

- **Manual de utilización, mantenimiento y características del dispositivo táctil KTP 700 Basic Panel**

Se encuentra en el ANEXO B

### **3.9 Prácticas de laboratorio**

Se encuentra en el ANEXO C

## **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1 Conclusiones**

- El trabajo mostrado como proyecto de titulación cumple el objetivo principal el cual consiste en el levantamiento de una red (Master- Slave) en el laboratorio de Tecnología Industrial con seis controladores lógicos programables (PLC's), una pantalla táctil y un Smart phone.
- Para comunicar los PLC's, el ordenador y la pantalla táctil, se deben asignar direcciones IP únicas para cada dispositivo dentro de la misma red.
- La pantalla táctil KTP700 Basic Panel se comunica con facilidad al software TIA PORTAL V15, permitiendo cargar el programa con normalidad sin sufrir retardos o variaciones en la resolución. La misma trabaja únicamente con 4 ventanas HMI al mismo tiempo por disposición del fabricante.
- Para la conexión de los dispositivos inalámbricos como el Smart phone u otro ordenador, se debe configurar previamente el router que envía una señal wifi, el mismo que se encuentra conectado a la red, para obtener la conexión

Sm@rt Server y Sm@rt Client, se debe colocar la contraseña en los slaves para que los mismos accedan a la red principal.

- Para la conexión inalámbrica se debe disponer de la aplicación Sm@rt Client la cual se descarga del internet desde cualquier navegador para proceder a instalarla en los dispositivos, en el caso de ordenadores que deseen ingresar a la red se debe buscar el ejecutable en la carpeta en donde está instalado el software TIA PORTAL V15.
- La programación de los algoritmos de control depende de la unidad industrial utilizada. En la unidad de nivel es necesario utilizar lenguaje FBD, debido a que este lenguaje permite realizar algoritmos más complejos y para este proyecto se necesita de bloques especiales como TSEND- TRECIVE.
- Las funciones SEND y RECIEVE, al facilitar el envío y recepción de datos, resultan bastante útiles al momento de necesitar y no poseer módulos de expansión de salidas y entradas, digitales y analógicas. Gracias a estas funciones se combina varios PLC en un mismo sistema de control, monitoreo y supervisión, ya que se puede aprovechar las salidas y entradas de cada uno, como si todas estuvieran dentro de un solo controlador.
- Las aplicaciones Sm@rt Server y Sm@rt Client, son indistintas de la versión de TIA PORTAL que se utilice, gracias a esto pueden utilizarse en conjunto sin depender de que las versiones del software en varios equipos sean distintas, cabe recalcar que dicha condición es viable desde la versión 11 de TIA PORTAL hasta la actual que es la versión 15.
- Realizar animaciones en la pantalla táctil KTP 700 BASIC PANEL es posible, aunque parezca que las funciones de la pantalla son bastantes limitadas, esto se puede hacer desde la librería de gráficos, donde se presentan una gran cantidad de imágenes referentes a diversos procesos industriales, las cuales se pueden animar mediante la función de desplazamiento en conjunto a un algoritmo de control usando temporizadores y un contador para cada imagen.

- La versión de Sm@rt Server, también existe para la versión de wincc rt profesional, pero solo es disponible con licencias oficiales y originales de siemens, por esta razón con la versión utilizada en el laboratorio solo se puede acceder a dicha función únicamente desde el wincc rt advance.
- Al tener un mejor control de todos los equipos e instrumentos utilizados dentro de un proceso, con la implementación de un sistema SCADA, se puede alargar la vida útil de los mismos protegiéndolos de una manera más eficiente de las magnitudes que influyen sobre estos, lo que a su vez se puede traducir en un ahorro significativo de la inversión inicial.
- Un sistema SCADA proporciona una visión integral y consolidada, de todos los procesos de la planta, además de facilitar el envío de órdenes remotas a dispositivos de control, proporcionando una perspectiva global de todos los procesos.
- Los sistemas de supervisión, control y adquisición de datos, permiten brindar una mayor optimización de los recursos disponibles dentro de un proceso y a su vez mejora de manera continua y considerable el flujo de la información.
- Las prácticas de laboratorio propuestas cumplen el objetivo de complementar los conocimientos de los estudiantes de la carrera de Electromecánica, en el área de redes industriales.
- El funcionamiento correcto de un sistema de monitoreo, supervisión y control no solo depende de la efectividad de los algoritmos de control aplicados o de las interfaces HMI, sino también del estado de todos los elementos físicos utilizados en el mismo, ya que, si un sensor o actuador se encuentran en mal estado, o a su vez mal configurados, pueden hacer que el sistema pierda una o varias funciones y en el peor de los casos provocar que el sistema se colapse completamente.

## 4.2 Recomendaciones

- Se debe revisar los puertos de comunicación ethernet del Laboratorio de Control Industrial, así como las entradas de los routers del mismo, evitando que la comunicación de los programadores lógicos programables (PLC's) sea inestable.
- Al momento de resetear los controladores lógicos programables (PLC's) para la colocación de las nuevas direcciones IP y nombres de los mismos, se debe colocar el ordenador en la misma red para que los dispositivos puedan comunicarse correctamente entre sí.
- Revisar el estado de las entradas de energía, puertos ethernet de los PLC's como de los cables de conexión para que la red no tenga problemas al momento del levantamiento de la misma.
- Realizar el mantenimiento adecuado a los sistemas de control y módulos PLC's como la limpieza de los elementos y dispositivos. En el caso de la pantalla táctil, tener siempre en cuenta que es alimentada con 24V y que no debe sobrepasar esta alimentación.
- Las diferentes interfaces humano máquina (HMI), deben ser concisas, sencillas, claras y fáciles de usar para que proporcionen al operador la información más relevante del proceso controlado y monitoreado, pero con base a las normas establecidas. Las mismas deben ser realizadas de manera que puedan ser comprendidas no solo por el operador sino también por personas externas al proyecto o área de trabajo.
- La programación de los diferentes módulos de trabajo se debe tener en cuenta las características dadas por el fabricante de los controladores lógicos programables (PLC's), y en base a esta información utilizar las diferentes entradas y salidas tanto analógicas como digitales.
- Las prácticas planteadas se deben desarrollar de manera clara y concisa para que el profesor a cargo como el estudiante puedan entender y realizar las

pruebas en la red con los módulos didácticos sin tener mayor complejidad alguna. Las prácticas pueden ser mejoradas conforme al estudio impartido en los diferentes semestres para la nueva carrera de Tecnología Superior Electromecánica.

- La versión actual de Sm@rt Client, para dispositivos con sistema Android, no se encuentra optimizada para la versión más actual de Android 9 PIE, donde existen cierres forzosos de la aplicación. Por lo cual se recomienda usar versiones de Android anteriores a esta y posteriores a Android 4 kit kat.
- Revisar que los acondicionamientos realizados para sensores análogos, estén correctamente diseñados y funcionen bien, para que no exista pérdidas de información, fallos o bloqueos del programa, durante el control, monitoreo y supervisión del sistema didáctico seleccionado.
- Durante la programación es recomendable utilizar direcciones de memoria de forma correcta para las variables, para evitar que existan conflictos al ejecutar el algoritmo de control.
- A futuro implementar una base de datos, mediante las configuraciones y programación necesarias, para que el sistema pueda cumplir con la función de almacenamiento de datos, para su posterior análisis.
- Al utilizar los bloques de función SEND y RECIEVE, es muy importante identificar cada uno de los bloques de datos creados para la comunicación entre estas dos funciones, para que no existan conflictos a la hora de seleccionar quien envía y quien recibe la información.
- Es muy importante definir que marca de ciclo se va utilizar y su velocidad de transferencia, para que no existan conflictos entre las otras marcas utilizadas en la programación de los algoritmos de control.

- Al utilizar todo el sistema es importante no realizar maniobras al mismo tiempo desde todos los puntos de control, para evitar el inconveniente de que se genere un cuello de botella y el sistema deje de responder y se bloquee.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Wonderware Software - Powering the Industrial World. (2019). *¿Qué es SCADA? - WonderWare*. [online] Available at: <http://www.wonderware.es/hmi-scada/que-es-scada/> [Accessed 9 Feb. 2019].
- [2] Yann Picand, D. (2019). *Red industrial: definición de Red industrial y sinónimos de Red industrial (español)*. [online] *Diccionario.sensagent.com*. Available at: <http://diccionario.sensagent.com/Red%20industrial/es-es/> [Accessed 9 Feb. 2019].
- [3] Descom.jmc.utfsm.cl. (2019). *Control Automático de Procesos*. [online] Available at: <http://descom.jmc.utfsm.cl/sgeywitz/sub-paginas/Piping/control%20de%20procesos.htm> [Accessed 9 Feb. 2019].
- [4] DGIP, A. (2019). *Oferta Académica - Escuela de Formación de Tecnólogos*. [online] *Esfot.epn.edu.ec*. Available at: <https://esfot.epn.edu.ec/index.php/oferta-academica> [Accessed 9 Feb. 2019].
- [5] *Industriaquimica.net*. (2019). *Definición de las magnitudes fundamentales en el Sistema Internacional (S.I.) | Industria e Ingeniería Química*. [online] Available at: <http://www.industriaquimica.net/magnitudes-fundamentales-sistema-internacional.html> [Accessed 9 Feb. 2019].
- [6] unocero. (2019). *La evolución de las interfaces gráficas*. [online] Available at: <https://www.unocero.com/smartphones/la-evolucion-de-las-interfaces-graficas/> [Accessed 9 Feb. 2019].
- [7] *Fabricantes-maquinaria-industrial.es*. (2019). *La importancia de la comunicación industrial efectiva - Noticias fabricantes maquinaria industrial, automatizacion y maquinas*. [online] Available at: <https://www.fabricantes-maquinaria-industrial.es/la-importancia-de-la-comunicacion-industrial-efectiva/> [Accessed 9 Feb. 2019].
- [8] *Digitalización del proceso productivo*. (2019). *Landing page - Digitalización del proceso productivo*. [online] Available at: <http://digitalizaciondelprocesoproductivo.com/> [Accessed 9 Feb. 2019].
- [9] Lacueva, A. (2019). *Aplicaciones para la supervisión y el control de la producción*. | *Blog SEAS*. [online] *Blog de SEAS*. Available at: <https://www.seas.es/blog/automatizacion/aplicaciones-para-la-supervision-y-el-control-de-la-produccion-3/> [Accessed 9 Feb. 2019].

- [10] *Oasys Outsourcing Automation Systems*. (2019). *Qué son los sistemas SCADA y su importancia en la Industria 4.0* | *Oasys Outsourcing Automation Systems*. [online] Available at: <https://oasys-sw.com/que-son-sistemas-scada-industria-40/> [Accessed 9 Feb. 2019].
- [11] *Support.industry.siemens.com*. (2019). *SIOS*. [online] Available at: <https://support.industry.siemens.com/cs/document/109752224/delivery-release-tia-portal-v15?dti=0&lc=en-US> [Accessed 9 Feb. 2019].
- [12] *perfil, V.* (2019). *Configuración maestro esclavo*. [online] *Hardwarebrianda.blogspot.com*. Available at: <http://hardwarebrianda.blogspot.com/2013/01/configuracion-maestro-esclavo.html> [Accessed 9 Feb. 2019].
- [13] *Bierreautomazioni.com*. (2019). *SOLUCIÓN “MÓVIL” PARA SISTEMAS DE CONTROL Y SUPERVISIÓN – Bierre Automazioni*. [online] Available at: <https://www.bierreautomazioni.com/es/soluzione-mobile-per-sistemi-di-monitoraggio-e-supervisione/> [Accessed 9 Feb. 2019].
- [14] *INCIBE-CERT*. (2019). *Características y seguridad en PROFINET*. [online] Available at: <https://www.incibe-cert.es/blog/caracteristicas-y-seguridad-profinet> [Accessed 9 Feb. 2019].
- [15] *Infoplcn.net*. (2019). [online] Available at: [http://www.infoplcn.net/files/descargas/siemens/infoplcn\\_net\\_comunicacion3b3n-entre-dos-cpus-s7-1200-en-red-profinet-vc3ada-tcp-doc.pdf](http://www.infoplcn.net/files/descargas/siemens/infoplcn_net_comunicacion3b3n-entre-dos-cpus-s7-1200-en-red-profinet-vc3ada-tcp-doc.pdf) [Accessed 9 Feb. 2019].
- [16] *W5.siemens.com*. (2019). *SIMATIC S7 - 1200 - El Futuro de la Industria - Siemens*. [online] Available at: [https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores\\_modulares/controlador\\_basico\\_s71200/pages/s7-1200.aspx](https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores_modulares/controlador_basico_s71200/pages/s7-1200.aspx) [Accessed 9 Feb. 2019].
- [17] *Support.industry.siemens.com*. (2019). *SIOS*. [online] Available at: <https://support.industry.siemens.com/cs/document/109482434/simatic-wincc-smartclient-exe-remote-maintenance-for-simatic-hmi?dti=0&lc=en-WW> [Accessed 9 Feb. 2019].
- [18] *García, D.* (2019). *Curso Automatas - Lenguaje Ladder (LD)*. [online] *Infoplcn.net*. Available at: <http://www.infoplcn.net/documentacion/5-automatas/2704-curso-automatas-lenguaje-ladder> [Accessed 9 Feb. 2019].

# **ANEXOS**

# **ANEXO A**

## **Manual de configuración de la red y dispositivos del Laboratorio de Tecnología Industrial de la ESFOT-EPN**

## Conexión de los autómatas

Cuando todos los autómatas y pantalla táctil estén conectados en la misma red se procede a la siguiente opción de actualizar dispositivos accesibles en la cual se debe buscar en la tarjeta de red del ordenador como se puede observar en la figura A1.

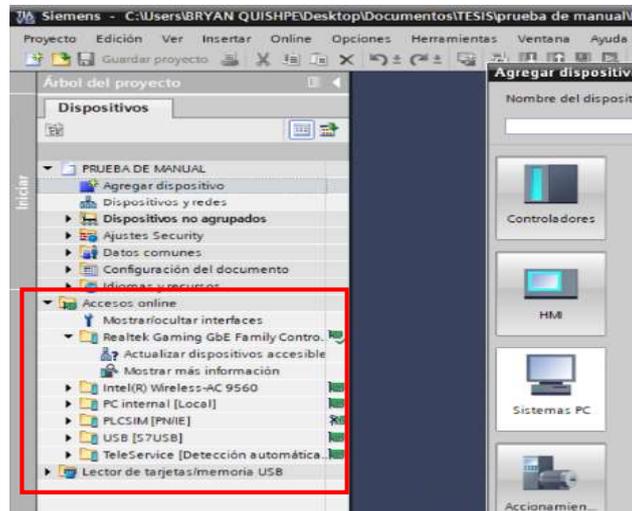


Figura A 1 Se busca a los autómatas en la tarjeta de video del ordenador

Al momento de actualizar los dispositivos accesibles, en el árbol del proyecto se mostrará todos los autómatas conectados a la red con la dirección y nombre que tengan asignados, visualizar que los seis autómatas salgan en el árbol del proyecto como se visualiza en la figura A2, de no ser el caso volver a encender o a conectar el autómata.

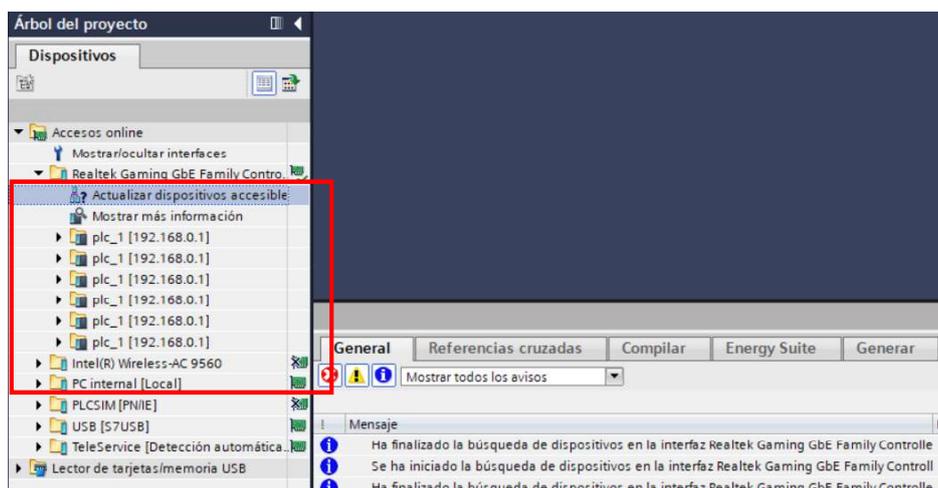


Figura A 2 Conexión de los seis autómatas

## Restablecimiento de direcciones IP de los autómatas

Después de realizar cada uno de los pasos anteriores se actualiza nuevamente los dispositivos accesibles y logrando visualizar a todos los autómatas se procede a restablecer la configuración de cada uno de ellos con la finalidad de colocar la dirección IP y un nombre específico para reconocerlos en la vista de redes. Para realizarlo se abre la pestaña de cada uno de los autómatas y se abre la ventana de Online y Diagnostico para más adelante bajar la pestaña de Funciones y finalmente dar clic en Restablecer configuración como se puede observar en la figura A3. Una vez realizada esta secuencia se marca la opción de Borrar dirección IP.

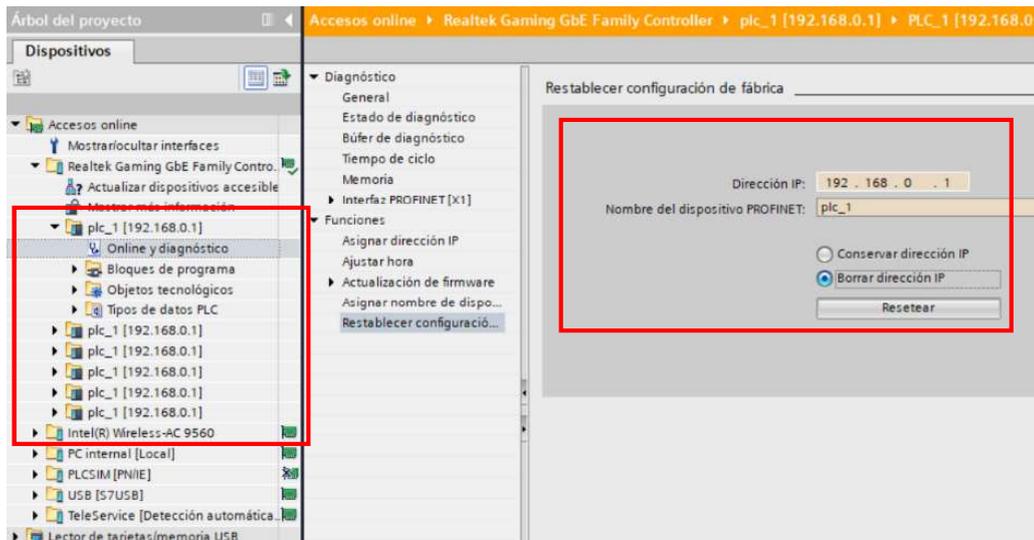


Figura A 3 Restablecimiento de la configuración de los autómatas

Se acepta la opción y se detiene el módulo para el restablecimiento del mismo, como se observa en la figura A4.

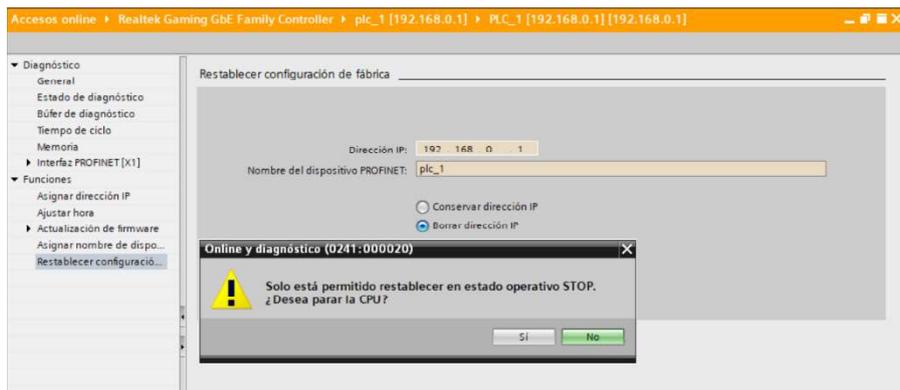


Figura A 4 Restablecimiento del modulo

## Asignación de dirección IP a los autómatas

En el árbol de proyecto se vuelve a dar clic en actualizar dispositivos para encontrar a cada autómata con una dirección MAC y nombre de fábrica, para que en cada uno de ellos se comience con la asignación de direcciones IP que se necesita en la programación y se logre diferenciar cada autómata para cada planta de trabajo. Después se da clic en la opción Online y Diagnóstico, posteriormente dirigirse a la pestaña de Funciones en donde se encuentra la opción de Asignar dirección IP como se muestra en la figura A5.

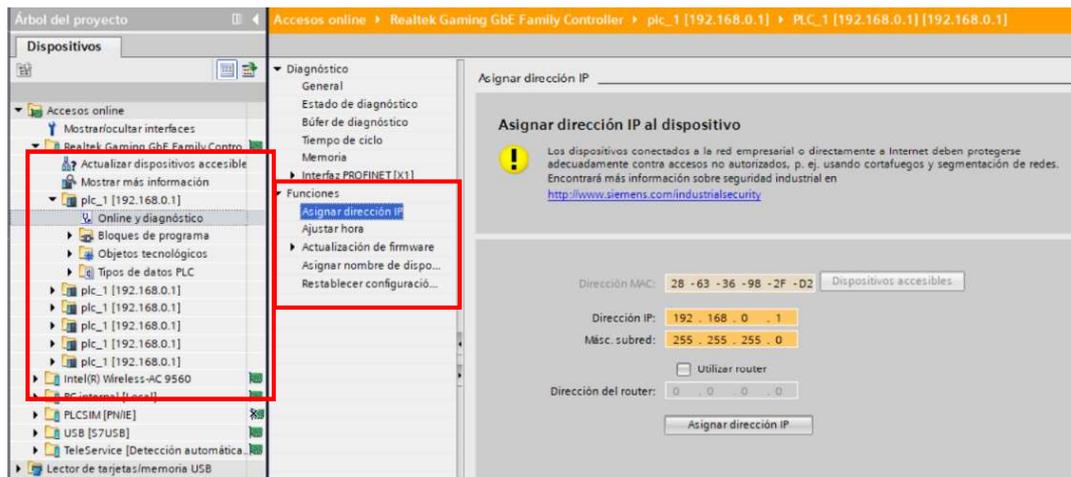


Figura A 5 Asignación de la dirección IP para los autómatas

En la ventana de asignar dirección IP al dispositivo se coloca la dirección que se le establecerá al autómata para que se diferencie de los demás en la red de trabajo, para ejercer esta programación se coloca la dirección IP seguido de la máscara de subred, que en todos los dispositivos conectados a la red tendrán la misma, y para finalizar una dirección de router que se utiliza para la conexión de los demás autómatas a la misma red como se puede observar en la figura A6.

## Asignación de nombres a los autómatas

Así mismo para la colocación del nombre de cada dispositivo se utiliza la misma ventana de Accesos Online, en la opción de Asignar Nombre de Dispositivo en la cual se coloca el nombre de dispositivo en este caso el nombre MASTER como se puede observar en la figura A7, finalmente se selecciona Asignar nombre.



Figura A 6 Colocación de la dirección IP del autómatas

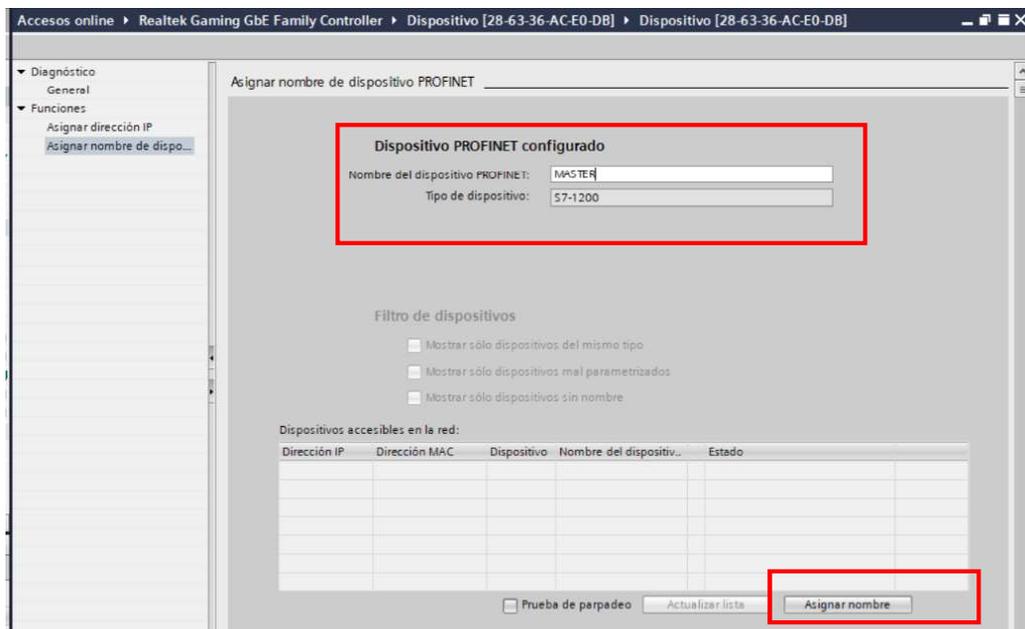


Figura A 7 Asignación del nombre al autómatas

Una vez terminada esta actividad para todos los autómatas se procede a realizar un clic en Actualizar dispositivos accesibles para comprobar que los autómatas tengan sus respectivos nombres como las direcciones IP, en el árbol de proyecto se puede evidenciar este procedimiento como se visualiza en la figura A8.

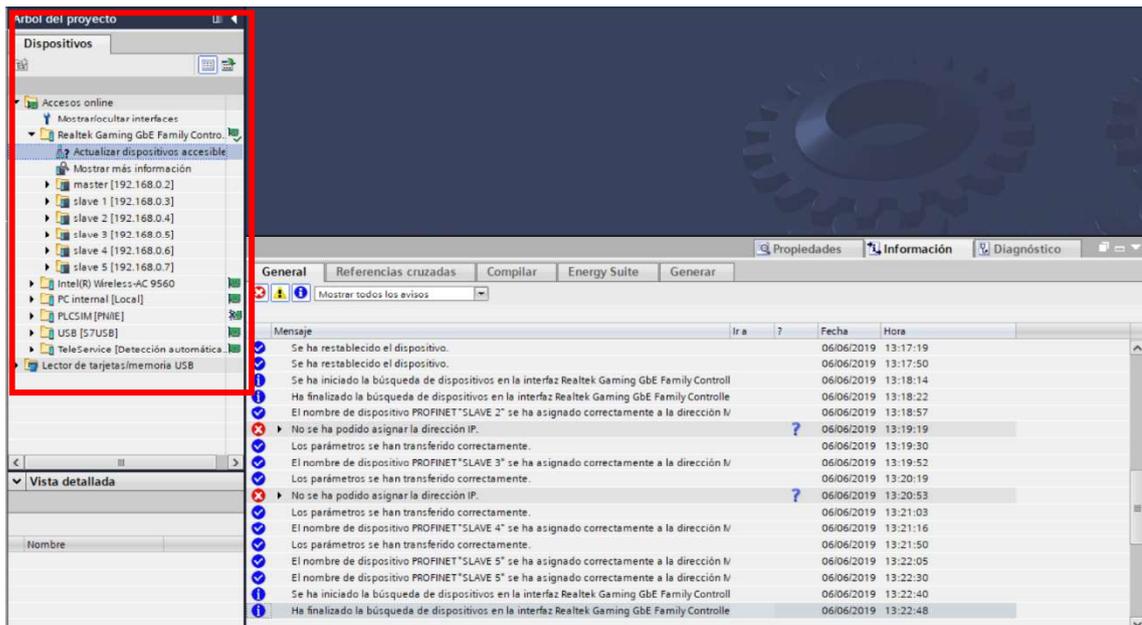


Figura A 8 Verificación de las diferentes asignaciones en los autómatas

## Agregar dispositivos al proyecto

Después de tener en red a los autómatas y conocer la dirección IP de cada uno de ellos, se coloca en el software cada controlador en la opción de agregar dispositivos como se puede observar en la figura A9, se debe conocer el tipo de controlador como del número de serie y la versión para que se conecte perfectamente con el software, los controladores del laboratorio funcionan con la versión V4.0 y son de la serie 6E57212-1BE40-0XB0.

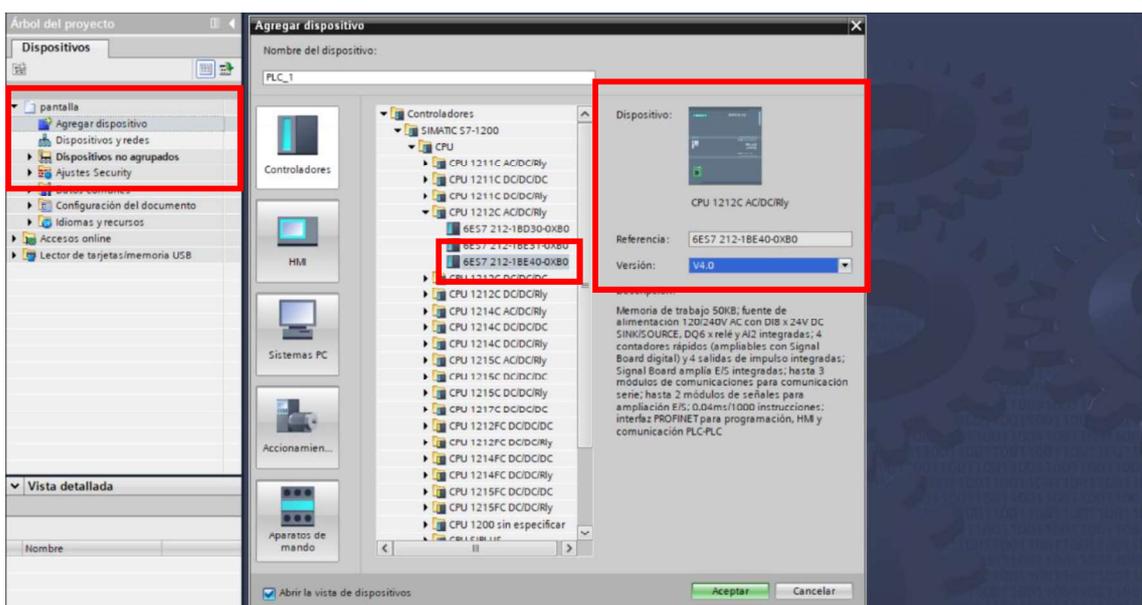


Figura A 9 Agregar dispositivos al software.

Este procedimiento se realiza para los 6 autómatas que se dispone en el Laboratorio de Control Industrial.

### Conexión de dispositivos

En el árbol del proyecto en la opción de Dispositivos y Redes se muestran todos los autómatas del sistema conectados a una misma red, como se observa en la figura A10.

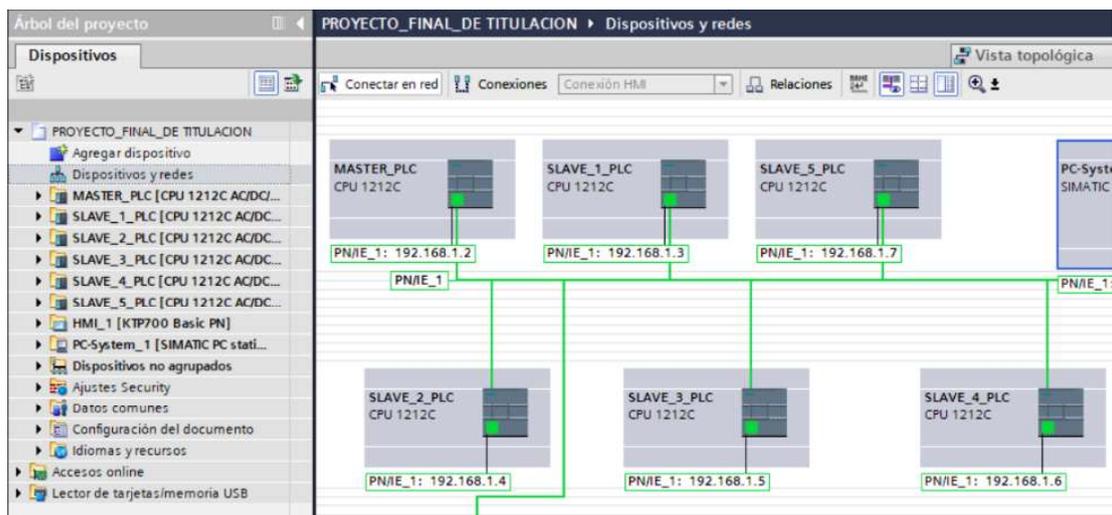


Figura A 10 Conexión de los autómatas en una misma red

### Configuración de marcas de ciclo en los autómatas

La marca de ciclo permite configurar distintos valores de tiempos que están insertados en unas marcas que el TIA PORTAL permitirá utilizar y que se usarán como tiempos. Debido a que los bloques de función utilizados para establecer la conexión Master-Slave necesitan obligatoriamente una señal de reloj, las marcas creadas facilitan el funcionamiento de dichos bloques y además permiten trabajar en diferentes frecuencias para la transmisión de datos como se observa en la figura A11.

Una vez dado doble clic se despliega un menú con las propiedades del dispositivo en la cual se dirige a la pestaña general y se busca la opción de Marcas de Sistema y de ciclo y colocar un número de marca, en este caso se usa la marca 100, como se observa en la figura A12. Se debe recalcar que dicha marca establecida como marca de ciclo no se podrá usar en la programación de los algoritmos en todos los autómatas, En la figura A12 se muestra los bits de marcas de ciclo.

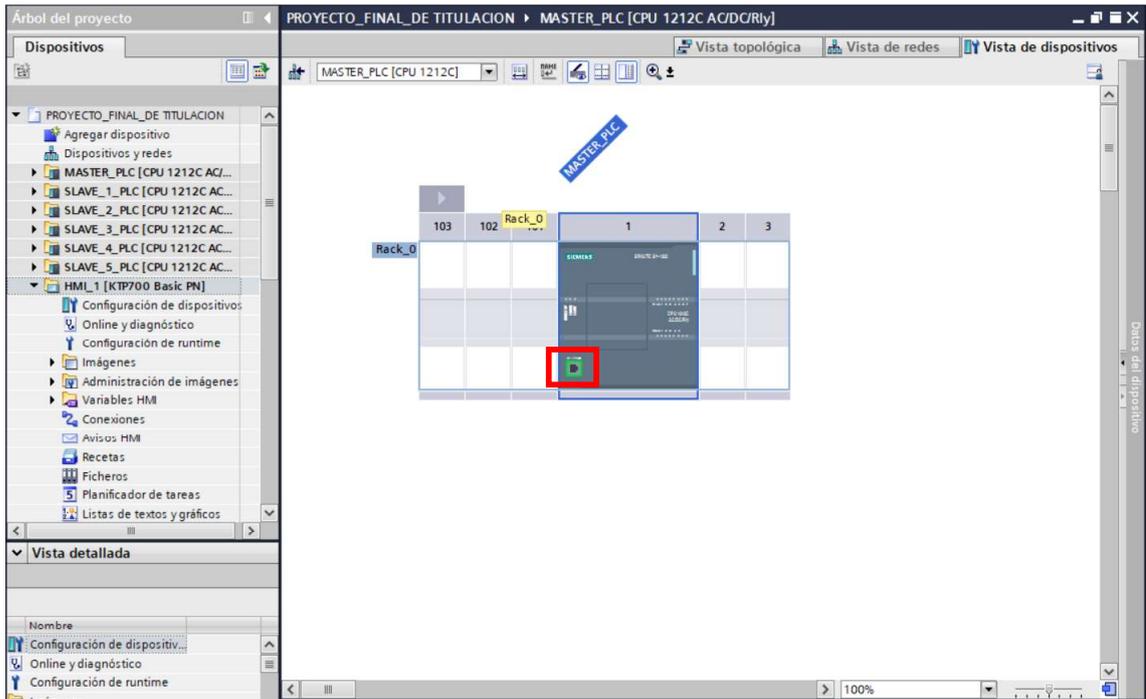


Figura A 11 Configuración de marcas de ciclo en el autómata.

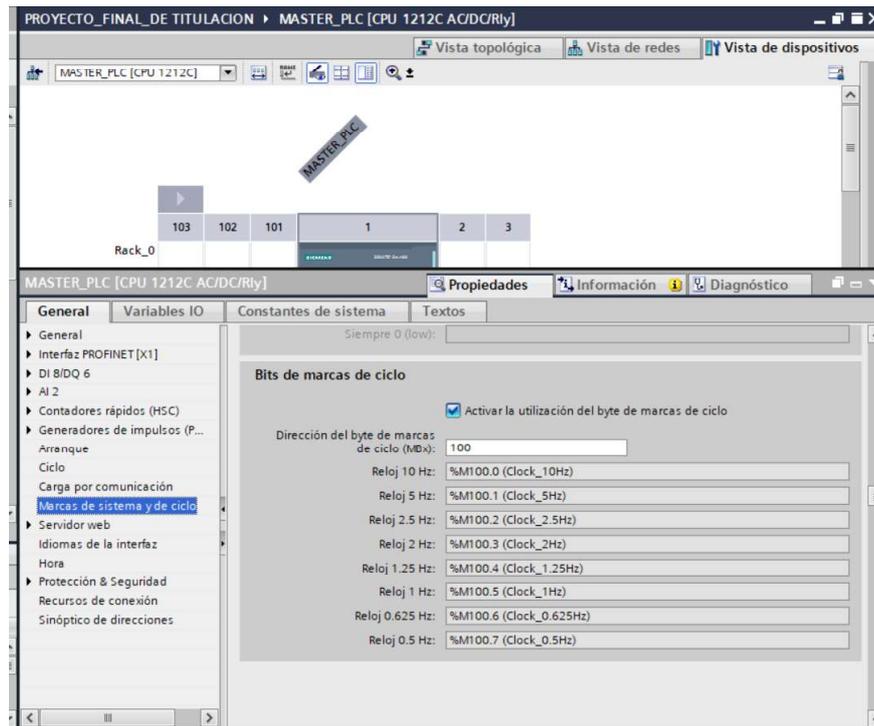


Figura A 12 Marcas de sistema y de ciclo de los autómatas

## Elaboración de algoritmos para establecer la conexión Master-Slave entre los autómatas

Para continuar con la elaboración de la conexión Master-Slave se debe abrir el bloque del programa del autómata que tiene la función de master en el árbol de proyecto, para buscar en las instrucciones la pestaña Comunicación en donde se va a trabajar con el bloque de sistema llamado TSEND como se muestra en la figura A13.

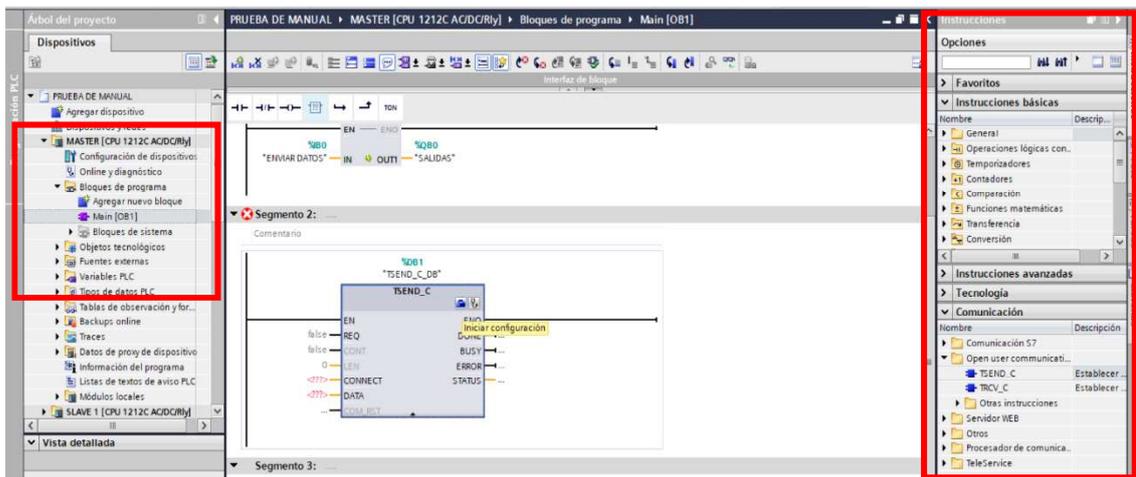


Figura A 13 Bloque de sistema TSEND

Una vez realizada la acción anterior se da clic en el icono Iniciar Configuración para acceder a los parámetros del bloque, en la ventana que se muestra en la figura A14 aparece la vista de configuración en donde se selecciona parámetros de la conexión y muestra la ventana en donde se visualiza el autómata local (envía) y el autómata interlocutor (recibe), en donde se debe seleccionar a un autómata por bloque para obtener la comunicación Master-Slave. Es importante colocar el tipo de conexión que en este caso es TCP, para los datos de conexión se requiere crear un nuevo bloque de datos del autómata que envía los datos (Master) y para la ID de conexión se coloca en orden numérico empezando por el 1 en este caso específico esta sería la conexión número 1 para el Master.

Para continuar se debe crear un nuevo bloque de datos para el Slave 1 como se puede observar en la figura A15.

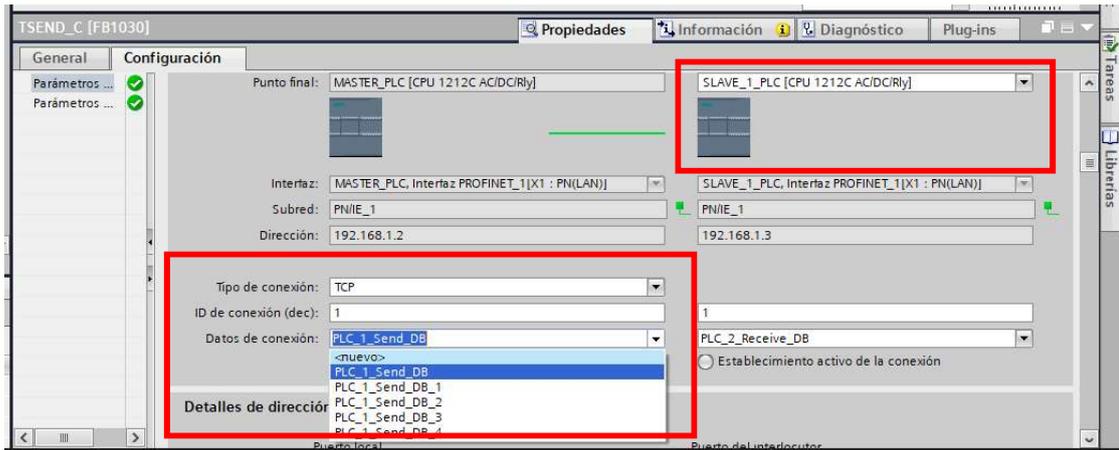


Figura A 14 Configuración del bloque de sistema TSEND

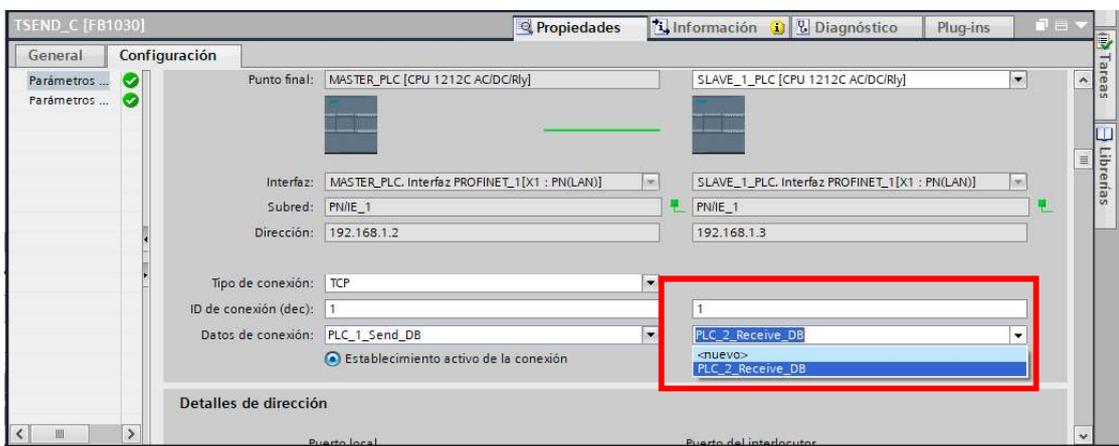


Figura A 15 Creación del bloque de datos para el Slave 1

El siguiente paso es en la opción parámetros de bloque en donde se especifica la señal de reloj obtenida de la marca de ciclo anteriormente configurada. Cada uno de los 8 bits de la marca de ciclo creada representa una frecuencia distinta, en este caso específico se utiliza la marca M100.0 la cual tiene una frecuencia de 10Hz como se observa en la figura A16.

Para finalizar se coloca el valor 1 o la palabra TRUE en la opción de estado de la conexión lo cual asegura que la conexión siempre se mantenga activa como se muestra en la figura A17.

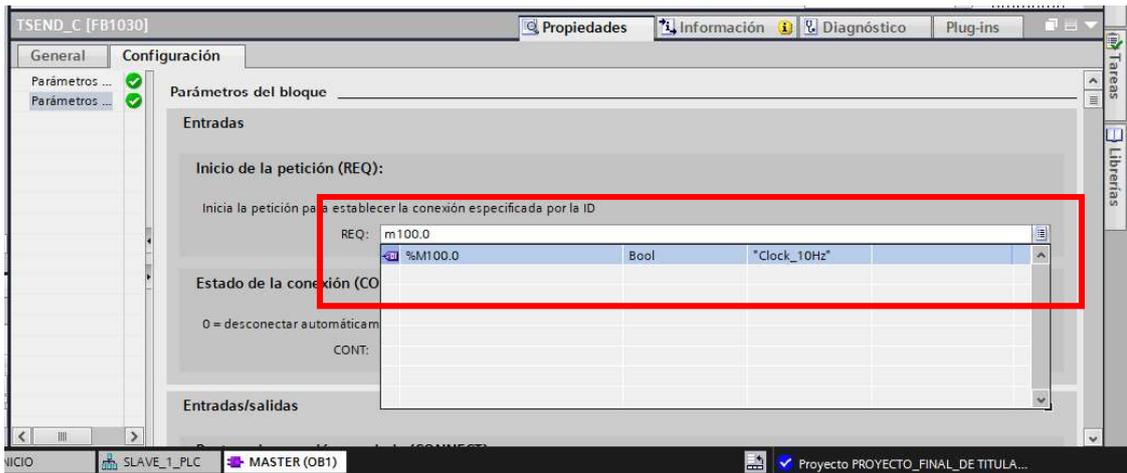


Figura A 16 Marca de ciclo M100.0

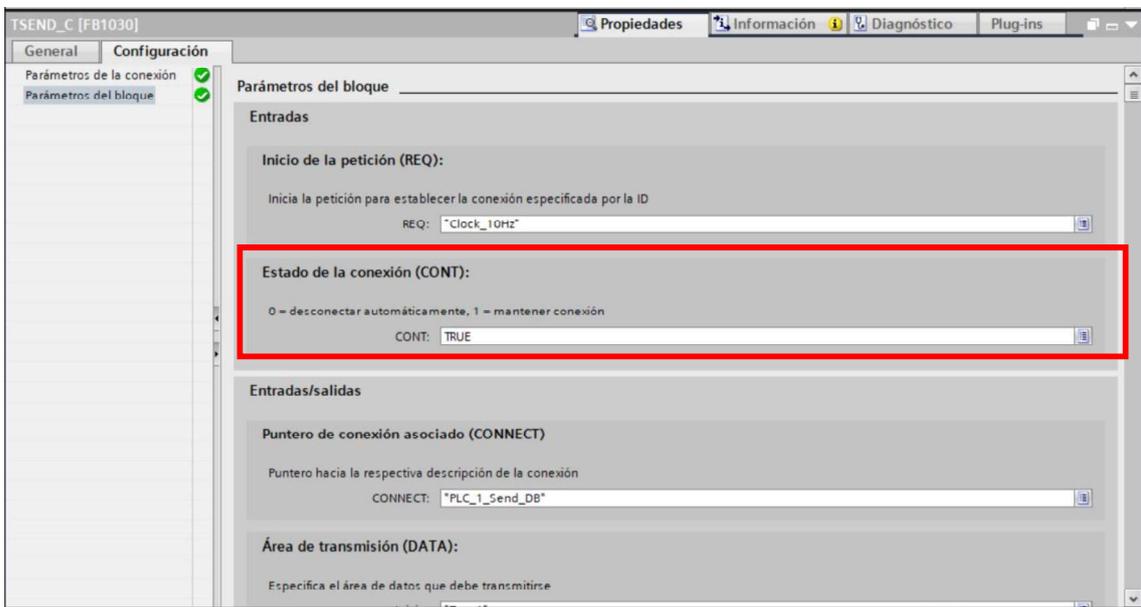


Figura A 17 Estado de la conexión

El bloque de sistema queda configurado de esta manera como se visualiza en la figura A18.

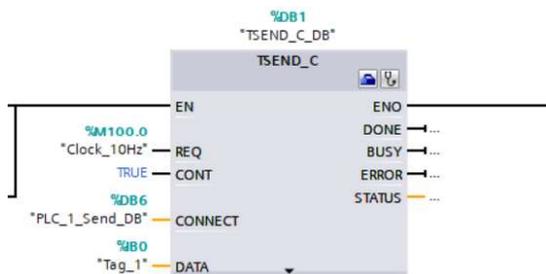


Figura A 18 Bloque de sistemas configurado para el Master

Estos pasos se deben realizar con todos los autómatas restantes para que tengan la conexión con el Master y se comuniquen en la red creada, la única diferencia es la ID de conexión ya que debe ser cambiada según el autómata utilizado y se utiliza la misma marca de ciclo para la frecuencia.

Para continuar con la elaboración de la conexión Master-Slave se debe abrir el bloque del programa del autómata que tiene la función de Slave en el árbol de proyecto, para buscar en las instrucciones la pestaña Comunicación en donde se va a trabajar con el bloque de sistema llamado TRCV\_C como se muestra en la figura A19.

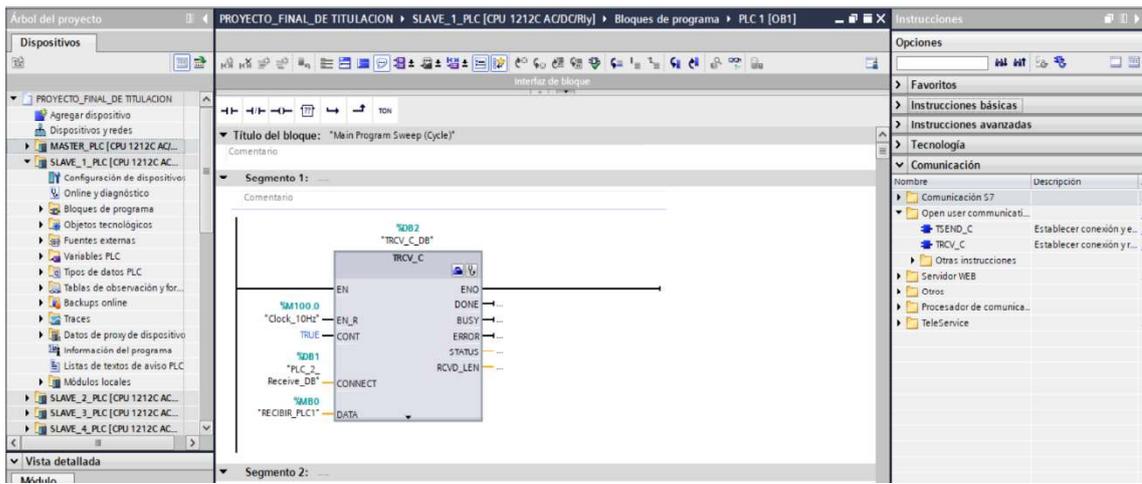


Figura A 19 Bloque de sistema TRCV

Una vez realizada la acción anterior se da clic en el icono Iniciar Configuración para acceder a los parámetros del bloque, en la ventana que se muestra en la figura A20 aparece la vista de configuración en donde se selecciona parámetros de la conexión y muestra la ventana en donde se visualiza el autómata local (recibe) y el autómata interlocutor (envía), en donde se debe seleccionar a un autómata por bloque para obtener la comunicación Master-Slave. Es importante colocar el tipo de conexión que en este caso es TCP, para los datos de conexión se requiere seleccionar el bloque de datos que anteriormente se creó en el Master del autómata y para la ID de conexión se coloca en orden numérico empezando por el 1 en este caso específico esta sería la conexión número 1 para el Master.

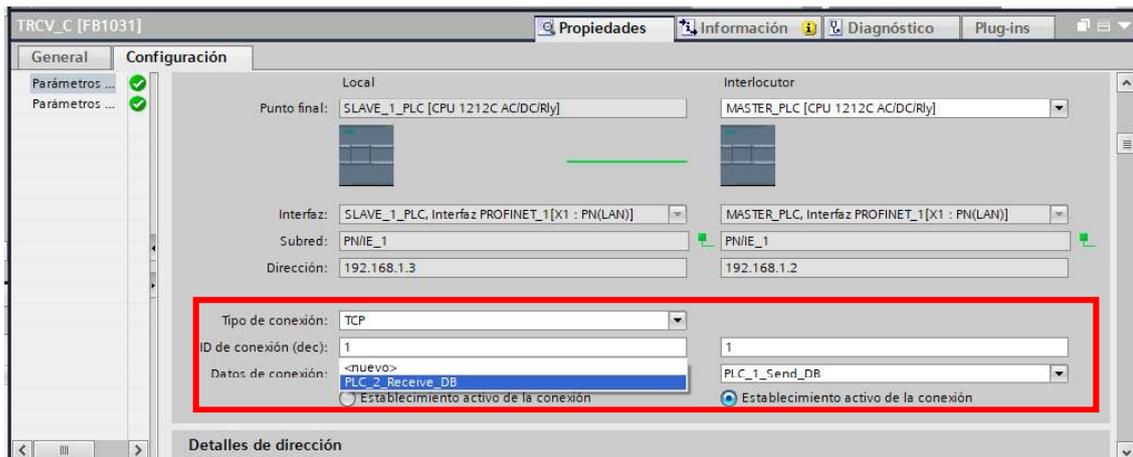


Figura A 20 Creación del bloque de datos del Slave al Master

En la opción parámetros de bloque se especifica la señal de reloj obtenida de la marca de ciclo anteriormente configurada. Cada uno de los 8 bits de la marca de ciclo creada representa una frecuencia distinta, en este caso específico se utiliza la marca M100.0 la cual tiene una frecuencia de 10Hz como se observa en la ilustración AD. Para finalizar se coloca el valor 1 o la palabra TRUE en la opción de estado de la conexión lo cual asegura que la conexión siempre se mantenga activa como se muestra en la figura A21.

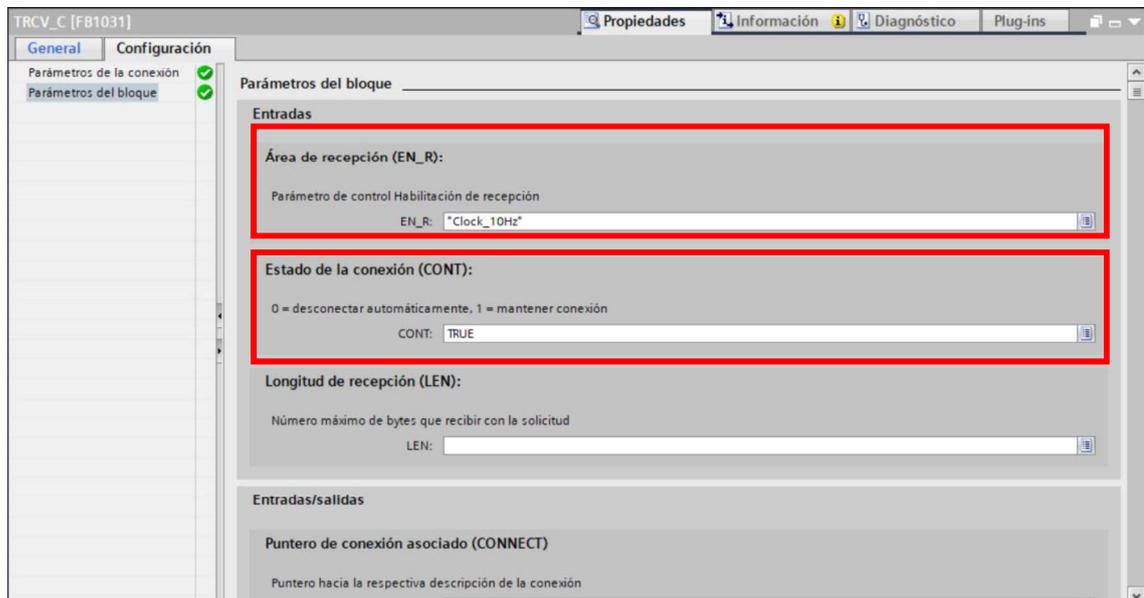


Figura A 21 Colocación de la marca de ciclo y estado de la conexión para el Slave

El bloque de sistema para el Slave queda configurado de esta manera como se visualiza en la figura A22.

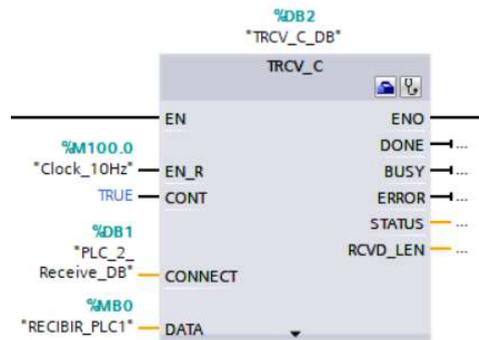


Figura A 22 Bloque de sistemas configurado para el Slave

Estos pasos se deben realizar con todos los autómatas restantes para que tengan la conexión con el Master y se comuniquen en la red creada, la única diferencia es la ID de conexión ya que debe ser cambiada según el autómata utilizado y se utiliza la misma marca de ciclo para la frecuencia.

## Dispositivos HMI

Para comenzar con el diseño gráfico del proyecto se agrega el WinCC RT Advanced para la implementación de las Interfaces Humano Máquina en el programa en menu de Sistemas PC como se puede observar en la figura A23.

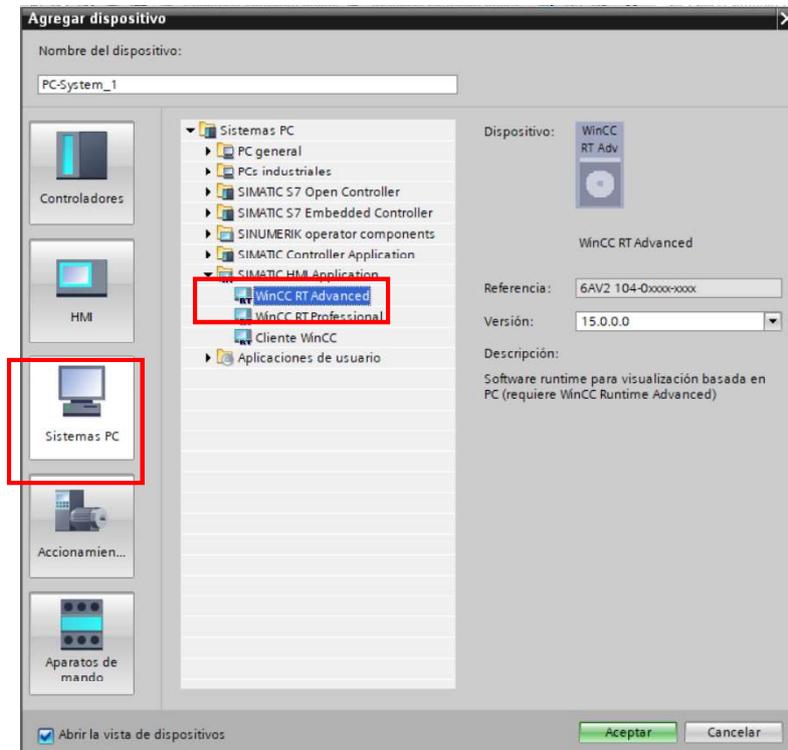


Figura A 23 WinCC RT Advanced

Al momento de agregar este dispositivo se debe dirigir al árbol de proyecto para realizar una configuración que ayudará a la utilización del Smart Server el cual se necesita para la conexión de más ordenadores y un teléfono inteligente. Como se puede observar la figura A24 se busca la opción PC System\_1, en la cual se despliega la opción de HMI\_RT\_1 y se busca la opción de configuración runtime, en esta ventana se busca la opción Servicios y se activa la pestaña Iniciar Sm@rtServer para tener lista la configuración al momento de conectar otros dispositivos a la red.

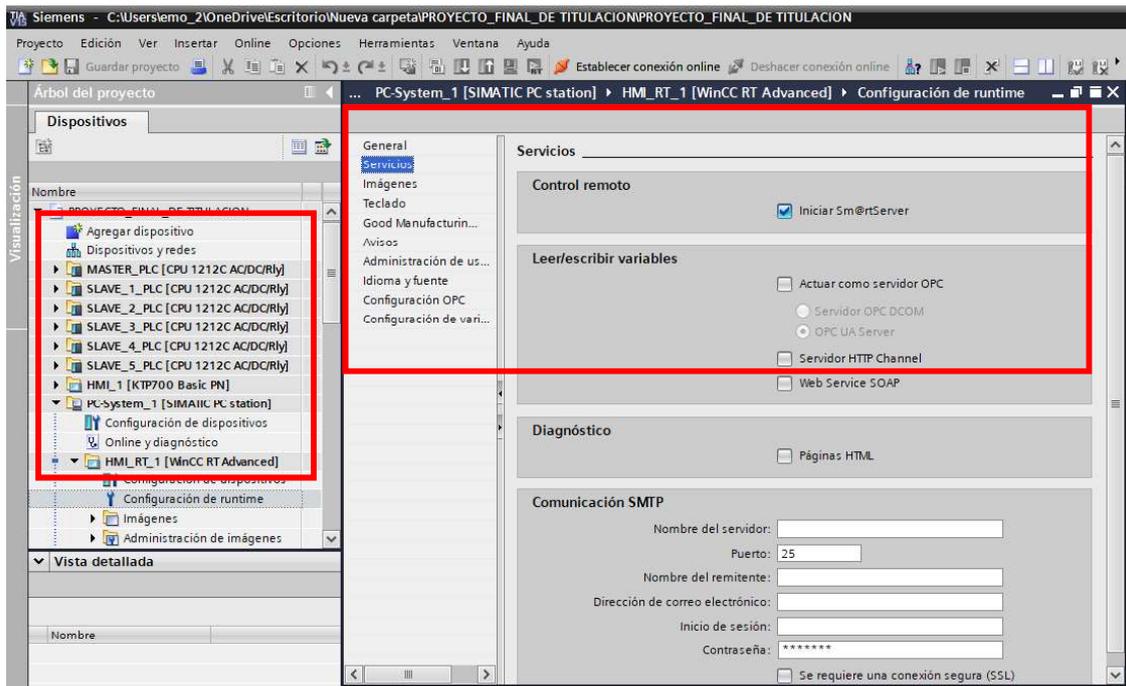


Figura A 24 Activación de la opción Sm@rtServer

De igual manera se coloca la pantalla táctil como se puede observar en la figura A25, de esta manera se puede configurar algunos parámetros que dispone la misma para que su desempeño sea el máximo en la interfaz.

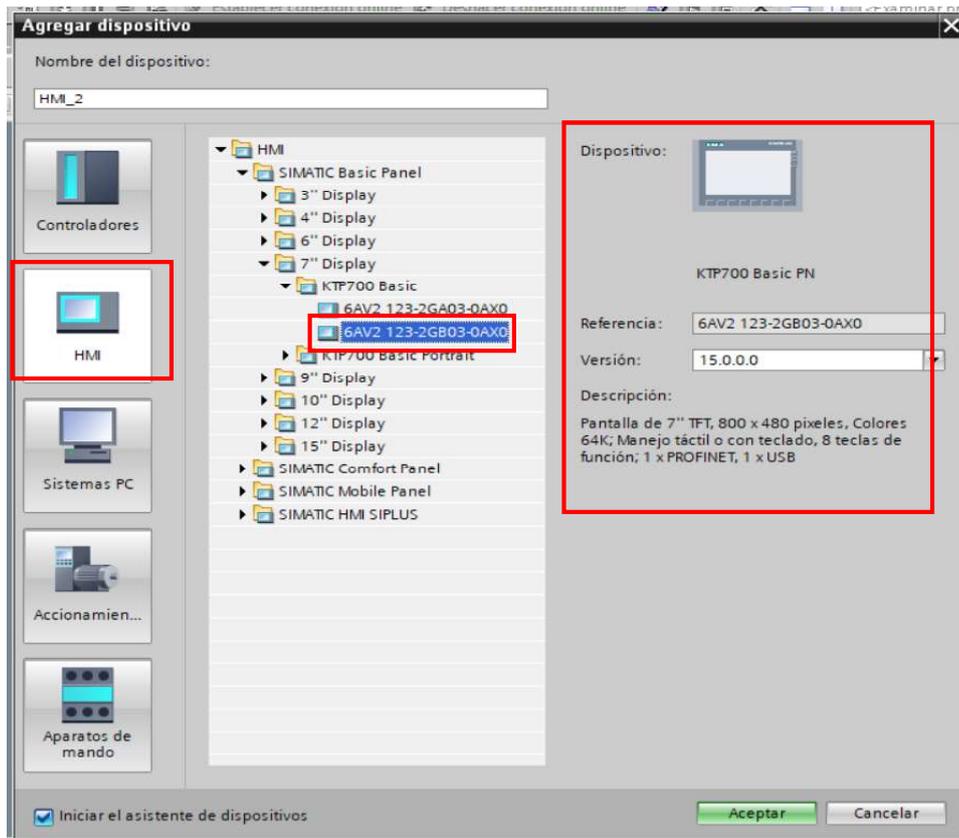


Figura A 25 Pantalla Simatic Siemens

### Configuración de la Pantalla Táctil KTP700 Basic PN

Al momento de colocar la pantalla táctil en el software se debe dar siguiente en todas las ventanas de configuración ya que las mismas son de referencias básicas de funcionamiento del dispositivo.

Así mismo en la configuración de la pantalla táctil física se debe realizar algunas modificaciones, en la figura A26 se observa la pantalla principal del dispositivo táctil en la cual se debe presionar en la opción de Settings para continuar con la configuración del dispositivo.

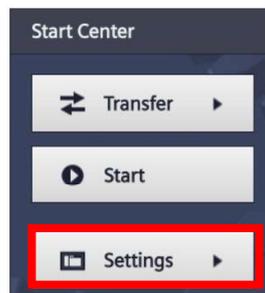


Figura A 26 Pantalla principal del dispositivo táctil

En la figura A27 se muestra la ventana de Start Center en donde se debe presionar la opción de Settings para acceder a las configuraciones principales del dispositivo táctil, para empezar, se debe configurar la dirección IP del dispositivo y esto se realiza presionando la opción Network Interface.

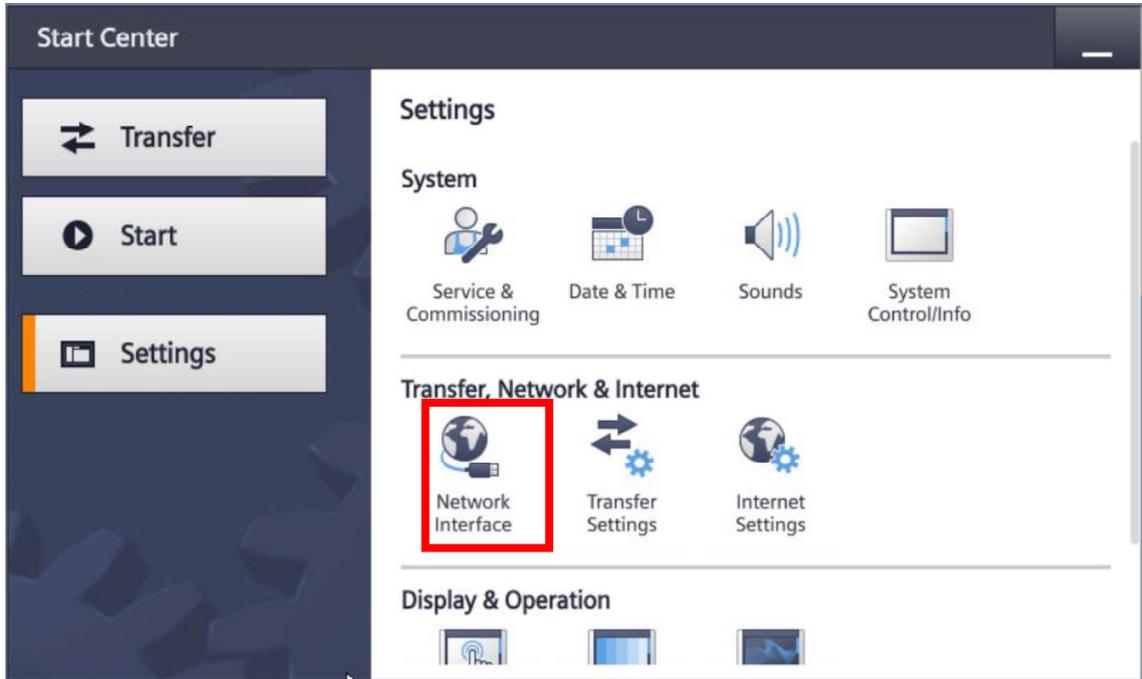


Figura A 27 Ventana Start Center del dispositivo táctil

En la ventana que muestra la figura A28 se debe colocar la dirección IP como la máscara de subred que se le asigna al dispositivo táctil en la red industrial que se está diseñando para que la misma la reconozca y posteriormente trabajar en ella.

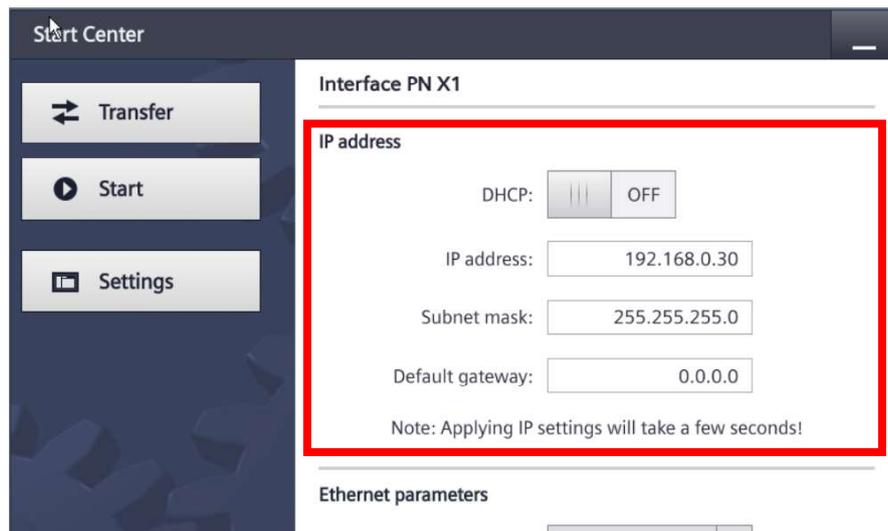


Figura A 28 Asignación de la dirección IP y subred del dispositivo táctil

En la figura A29 se muestra nuevamente la ventana de Settings para la configuración del Sm@rtServer, para acceder se debe presionar en la opción de Internet Settings.

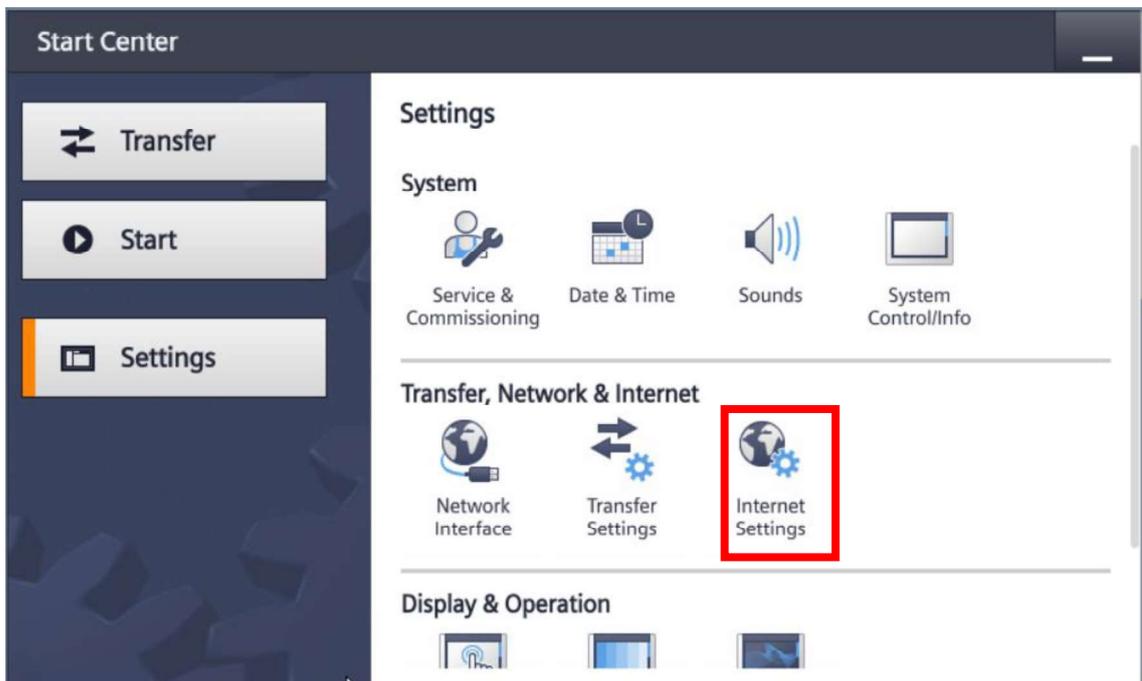


Figura A 29 Ventana Start Center del dispositivo táctil

Para la configuración del Sm@rtServer simplemente se presiona en la opción que lleva el mismo nombre y se desliza el botón para colocar la opción en ON como se observa en la figura A 30.

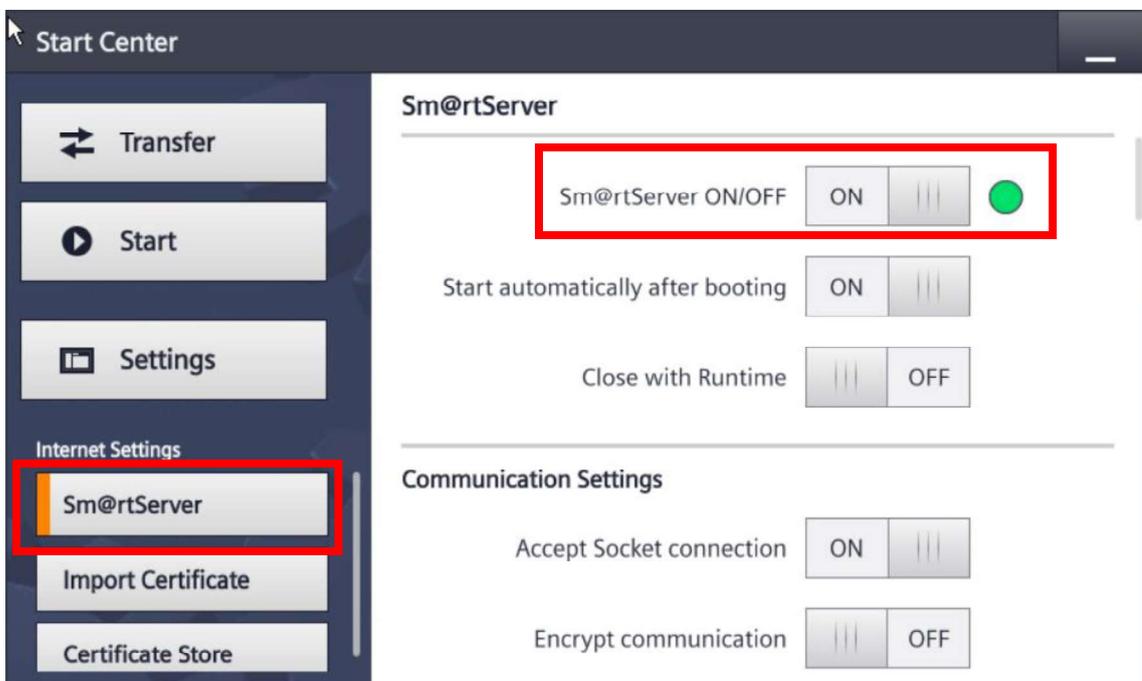


Figura A 30 Configuración del Sm@rtServer en el dispositivo táctil

En la ventana que muestra la figura A31 se permite realizar la configuración de seguridad la cual implica la creación de un código de acceso para que los dispositivos que accedan con dicha contraseña desde el Sm@rtClient puedan obtener libre control de las HMI.

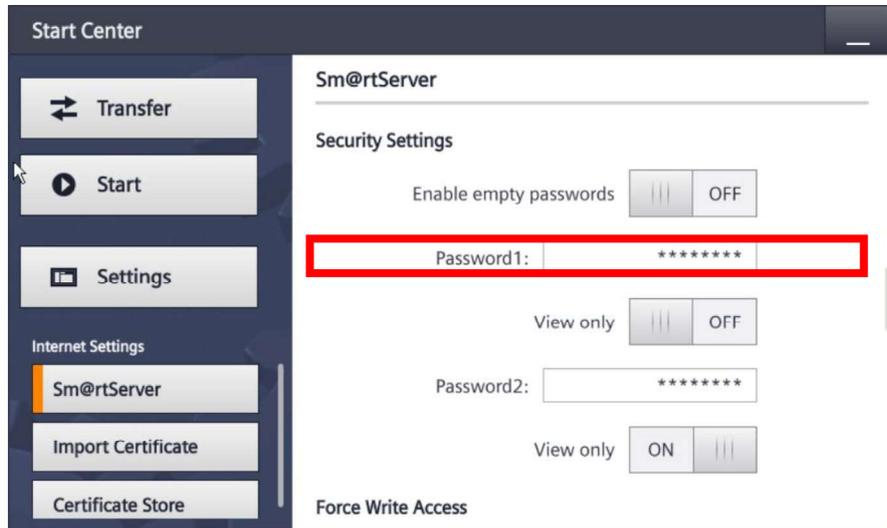


Figura A 31 Security Settings del dispositivo táctil

### Configuración del Sm@rtClient

En la ventana de la figura A32, muestra la ubicación de la aplicación Sm@rtClient en el ordenador, por lo general se encuentra en el Equipo, Windows (C), Archivos de programa (x86), Siemens, Automation, WinCC RT Advanced.

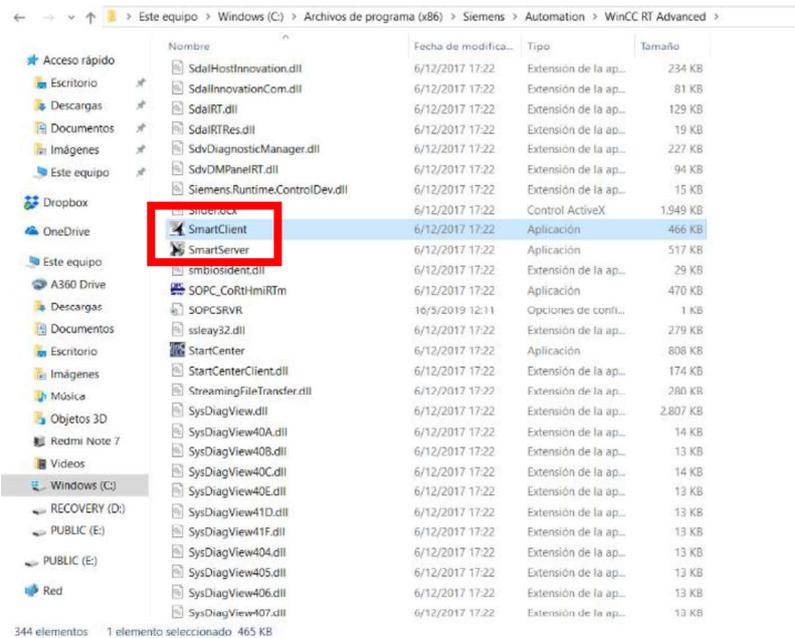


Figura A 32 Ubicación de la aplicación Sm@rtClient

Al momento de abrir la aplicación se muestra la ventana que se observa en la figura A33, se ingresa la dirección IP que está configurada el dispositivo táctil o el servidor de un ordenador, dependiendo la interfaz que se desea ingresar ya sea la interfaz del dispositivo táctil como la interfaz del ordenador.

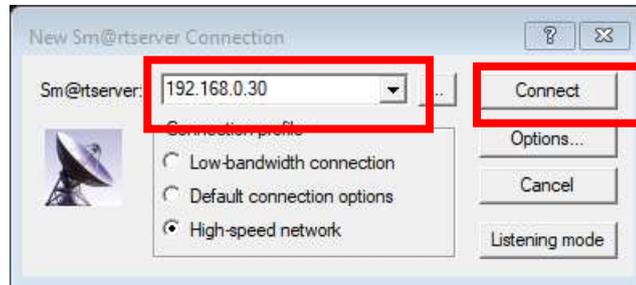


Figura A 33 Dirección IP del dispositivo táctil u ordenador

Una vez ingresada la dirección IP del dispositivo al que se desea acceder, se coloca la contraseña preestablecida por el servidor y se da clic en ok como se puede observar en la figura A34.

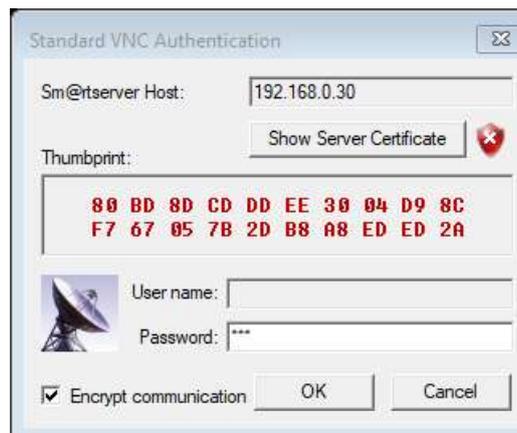


Figura A 34 Colocación de la contraseña del servidor

### Configuración del Sm@rtClient desde un Smart phone

Para realizar la configuración de Sm@rtCliente en un teléfono inteligente se necesita de un router para la conexión inalámbrica, en el caso de este proyecto se utiliza un router LIKSYS, para lo cual se necesita de una configuración inicial. Para comenzar con dicha configuración se debe acceder al router desde un navegador, colocando la dirección IP en el buscador del navegador la misma que esta preestablecida por el fabricante del router, como se puede observar en la figura A35.

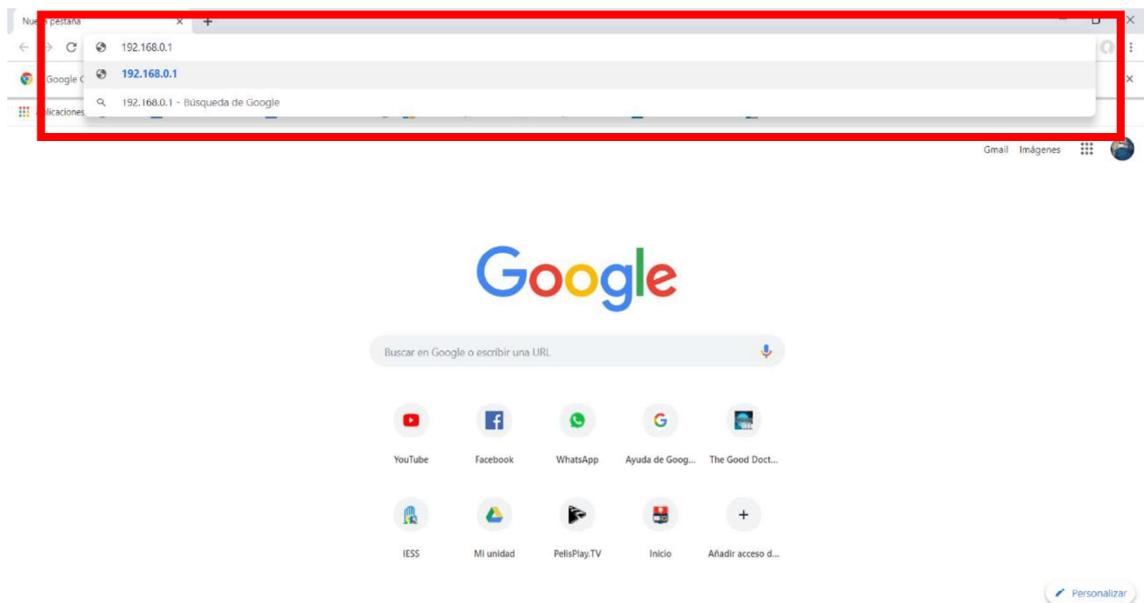


Figura A 35 Colocación de la dirección IP del router

Al momento de ingresar en la página del router LINKSYS, se coloca el nombre de usuario y la contraseña que para esta compañía siempre será admin para las dos situaciones cuando el router está reseteado por fabrica como se observa en la figura A36.



Figura A 36 Usuario y contraseña del router

Las siguientes configuraciones están colocadas por el fabricante del router, de tal forma que no se realiza ningún cambio. Para reconocer al router en la red inalámbrica se coloca un nombre como en el caso de plc\_system como de una contraseña para el ingreso al mismo como se observa en las figuras A37 y A38.

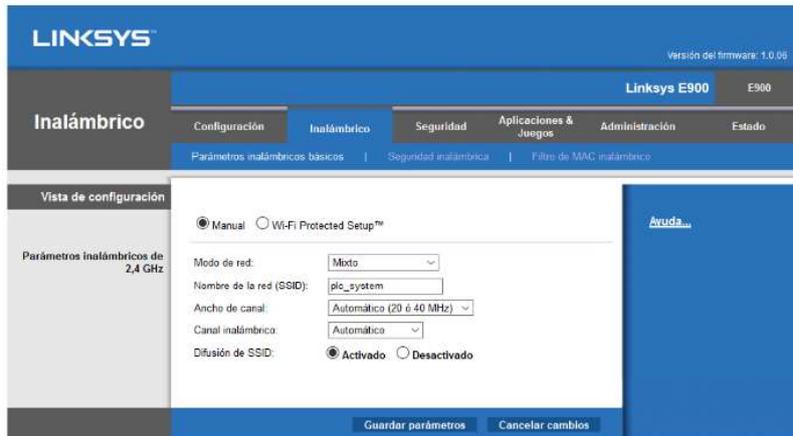


Figura A 37 Colocación del nombre al router



Figura A 38 Colocación de la contraseña al router

En el smart phone se debe descargar la aplicación de Smart Client como se puede observar en la figura A39, la cual se puede obtener en la cualquiera página de internet.

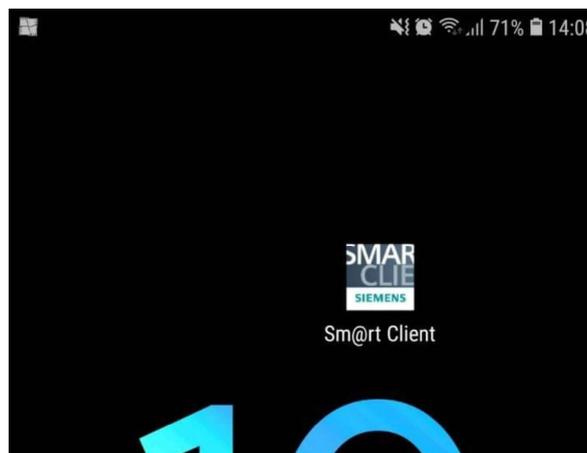


Figura A 39 Aplicación de Sm@rt Client

Al momento de ejecutar la aplicación (figura A40), se debe crear un nuevo proyecto, para esto se presiona en la parte superior el símbolo + (figura A41), para que se abra la ventana en donde se coloca la dirección IP del servidor que en el caso es la dirección

de la pantalla táctil, así mismo de la contraseña colocada en el servidor como se puede observar en la figura A42. Para finalizar se debe señalar Enforce Encryption y presionar el botón Show Certificate.

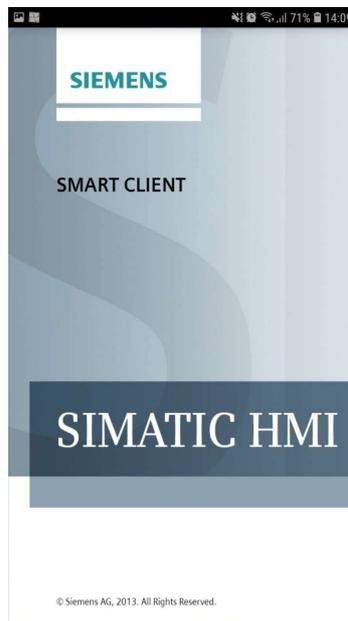


Figura A 40 Ejecución de la aplicación Sm@rt Client

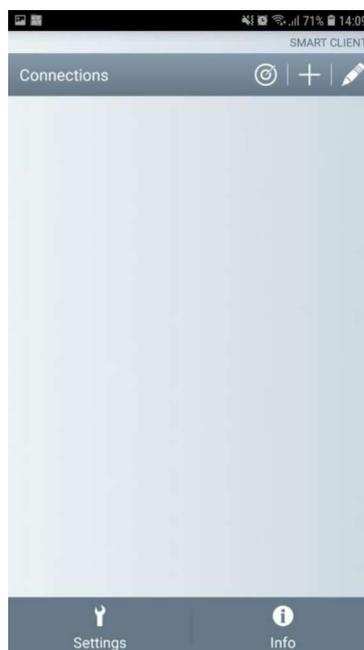


Figura A 41 Ventana principal de la aplicación Sm@rt Client

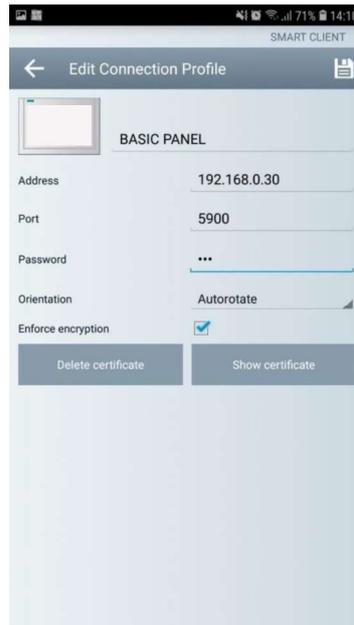


Figura A 42 Colocación de datos para el funcionamiento de la aplicación

### Configuración de la comunicación de los dispositivos

Para que todos los dispositivos puedan comunicarse se utilizó el módulo de comunicación PROFINET Ethernet (IE general), como se puede observar en la figura A43, el cual se coloca en el plc\_system (simatic PC station).

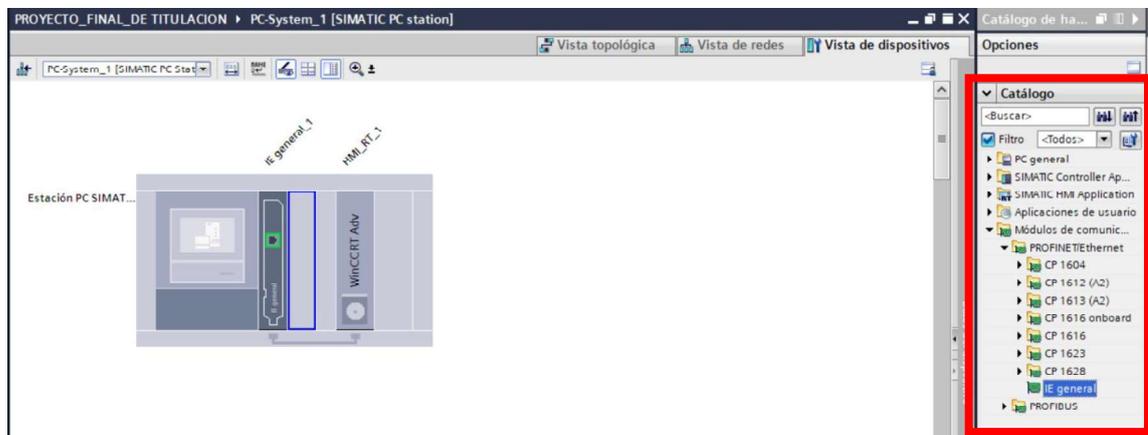


Figura A 43 Configuración del módulo de comunicación

En la ventana Dispositivos y Redes (figura A44), se puede observar a todos los dispositivos colocados en la misma red con su diferente dirección IP como de su nombre.

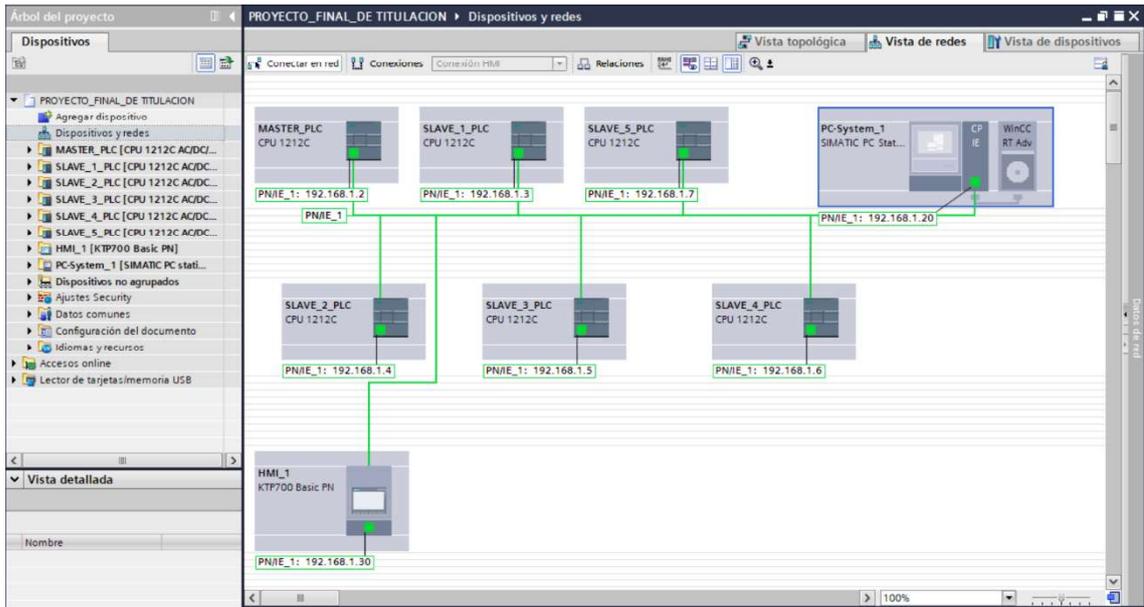


Figura A 44 Todos los dispositivos en la misma red

Así mismo la configuración de las conexiones en donde se puede observar que todos poseen el mismo lenguaje de comunicación y todos se encuentran conectados entre sí, como se puede observar en la figura A45. Listos para la configuración de los diferentes algoritmos.

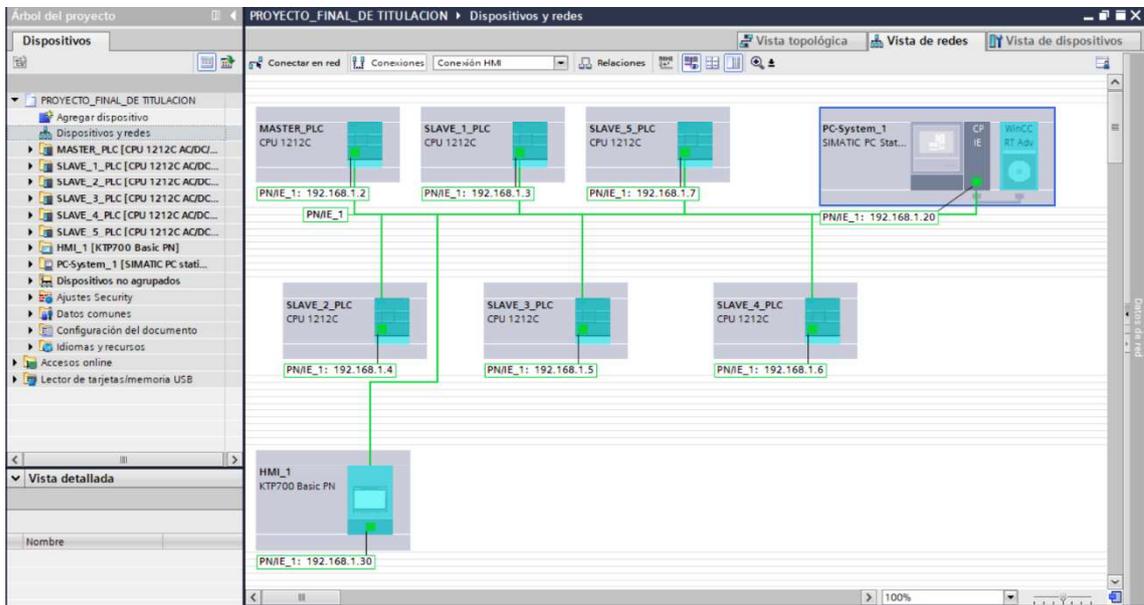


Figura A 45 Todos los dispositivos con el mismo módulo de comunicación

## **ANEXO B**

# **Manual de utilización, mantenimiento y características del dispositivo táctil KTP 700 basic panel**

En la figura B1, se muestra la estructura del dispositivo PROFINET utilizado en este proyecto.

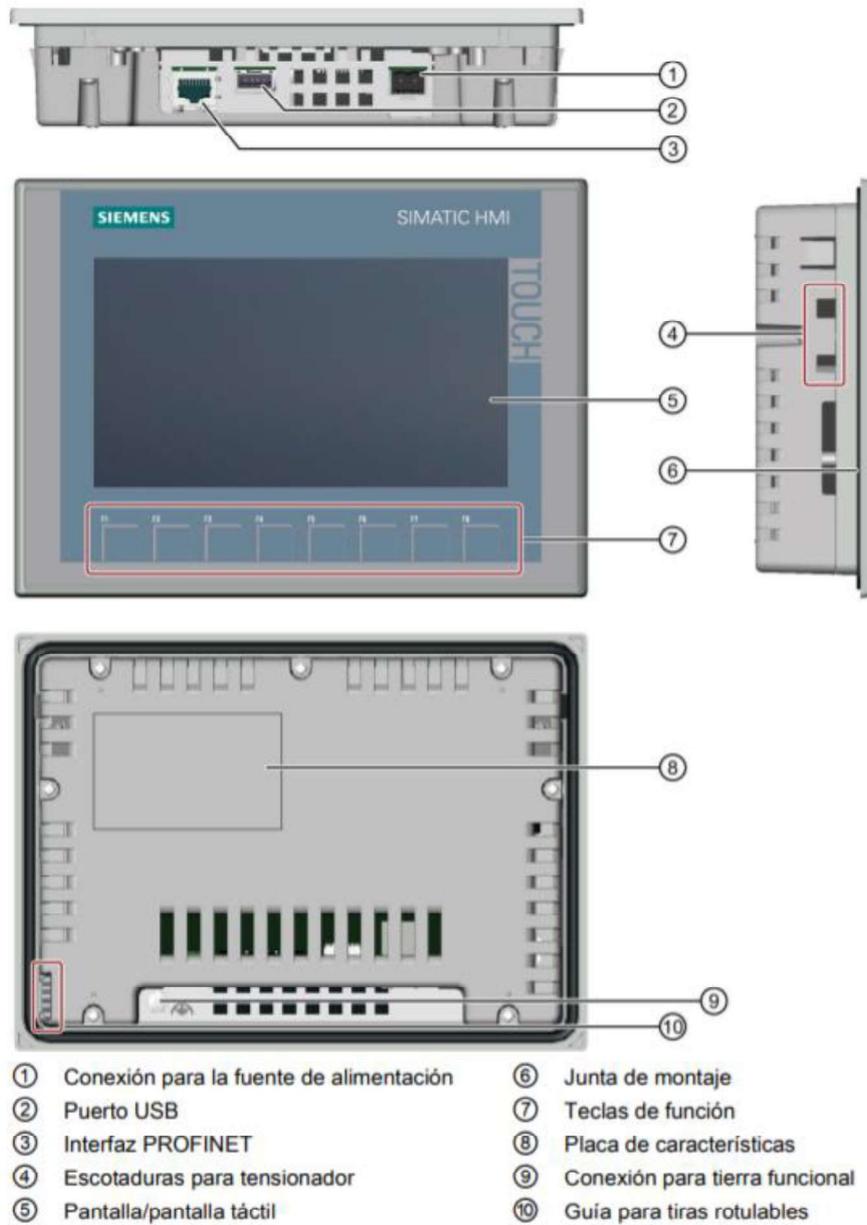


Figura B 1 Siemens SIMATIC HMI

Alrededor del panel de operador deberán observarse las siguientes distancias para asegurar una ventilación suficiente como se observa en la figura B2:

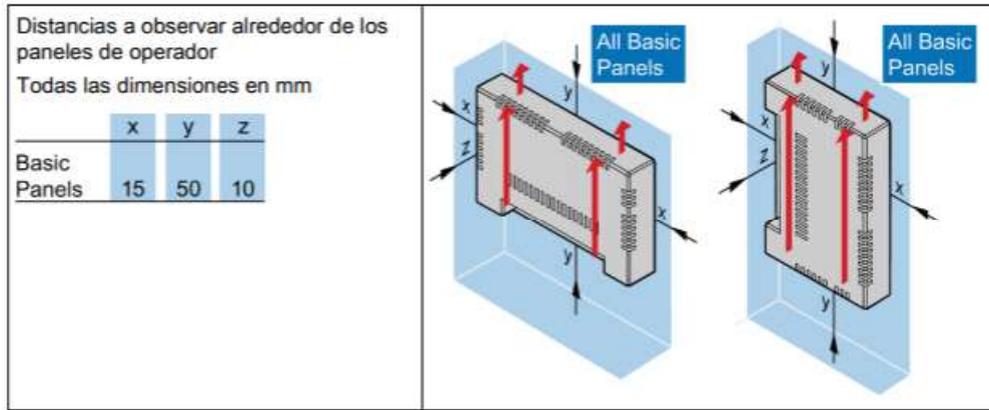


Figura B 2 Distancias de separación para condiciones de uso

En caso de utilizar una fuente de alimentación mal dimensionada, puede dañarse el panel de operador de forma irreparable.

Utilice una fuente de alimentación de 24V DC de suficiente intensidad, de preferencia de la misma marca Siemens como se puede observar en la figura B3. Esta fuente puede utilizarse tanto con una alimentación de 110V como una a 240V.

Con la ayuda de un destornillador plano regular en el orificio marcado con ADJ, el voltaje de salida de la fuente en 24 VDC.



Figura B 3 Fuente de 24V SIEMENS

**NOTA:** Se recomienda usar un interruptor entre la pantalla y a la fuente de alimentación para, facilitar el encendido y apagado de la misma.

Ajustar de manera adecuada los tronillos de ajuste y utilizar terminales en los cables de conexión para mejorar la conductividad.

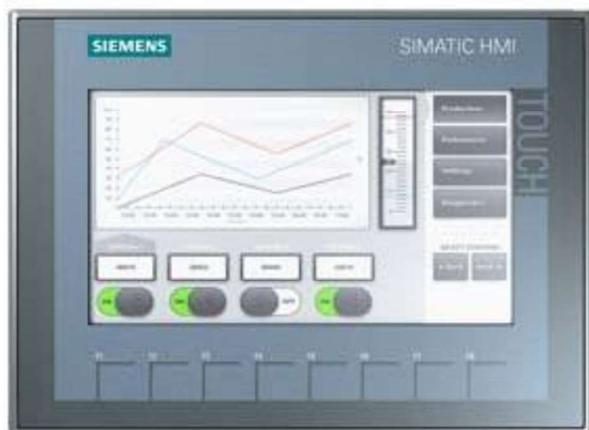
Utilizar cableado AWG 20 hasta AWG 24.

En la siguiente tabla se detalla las especificaciones técnicas del dispositivo táctil

# SIEMENS

## HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

## 6AV2123-2GB03-0AX0



SIMATIC HMI, KTP700 BASIC, BASIC PANEL,  
MANDO POR TECLAS/TACTIL,  
PANTALLA TFT 7", 65536 COLORS, INTERFAZ  
PROFINET,  
CONFIGURABLE CON DESDE WINCC BASIC  
V13/ STEP7 BASIC V13,  
CONTIENE SW OPEN SOURCE QUE SE CEDE  
GRATUITAMENTE VER EN EL CD ADJUNTO

| Display                                 |   |
|---|---|
| Tipo de display                         | Pantalla TFT panorámica, retroiluminación LED |
| Diagonal de pantalla                    | 7 in  |
| Achura del display                      | 154,1 mm                                      |
| Altura del display                      | 85,9 mm                                       |
| Nº de colores                           | 65536   |
| Resolución (píxeles)                    |   |
| Resolución de imagen horizontal         | 800   |
| Resolución de imagen vertical           | 480   |
| Retroiluminación                        |   |
| MTBF de la retroiluminación (con 25 °C) | 20000 h                                       |
| Retroiluminación variable               | Sí  |
| Elementos de mando                      |   |
| Teclado                                 |   |
| Nº de teclas de función                 | 8   |
| Teclas con LED                          | No  |
| Teclas del sistema                      | No  |
| Teclado numérico/alfanumérico           |   |
| Teclado numérico                        | Sí ; Teclado en pantalla                      |

|  |                          |
|--|--------------------------|
| <b>Teclado alfanumérico</b>                            | Sí ; Teclado en pantalla |
| <b>Manejo táctil</b>                                   |                          |
| <b>Como pantalla táctil</b>                            | Sí                       |
| <b>Diseño/montaje</b>                                  |                          |
| <b>Montaje vertical (formato retrato) posible</b>      | Sí                       |
| <b>Montaje horizontal (formato apaisado) posible</b>   | Sí                       |
| <b>Tensión de alimentación</b>                         |                          |
| <b>Tipo de tensión de la alimentación</b>              | 24 V DC                  |
| <b>Valor nominal (DC)</b>                              | 24 V                     |
| <b>Rango admisible, límite inferior (DC)</b>           | 19,2 V                   |
| <b>Rango admisible, límite superior (DC)</b>           | 28,8 V                   |
| <b>Intensidad de entrada</b>                           |                          |
| <b>Consumo (valor nominal)</b>                         | 230 mA                   |
| <b>Intensidad transitoria de cierre A<sup>2</sup>s</b> | 0,2 A <sup>2</sup> s     |
| <b>Potencia</b>  |                          |
| <b>Consumo, típ.</b>                                   | 5,5 W                    |
| <b>Procesador</b>                                      |                          |
| <b>Tipo de procesador</b>                              |                          |
| <b>X86</b>   | No                       |
| <b>ARM</b>   | Sí                       |
| <b>Memoria</b>   |                          |
| <b>Flash</b>   | Sí                       |
| <b>RAM</b>   | Sí                       |
| <b>Memoria de usuario</b>                              | 10 Mbyte                 |
| <b>Tipo de salida</b>                                  |                          |
| <b>Acústica</b>  |                          |
| <b>Zumbador</b>  | Sí                       |
| <b>Altavoz</b>   | No                       |
| <b>Hora</b>  |                          |
| <b>Reloj</b>   |                          |
| <b>Reloj por hardware (reloj tiempo real)</b>          | Sí                       |
| <b>Reloj por software</b>                              | Sí                       |
| <b>Respaldado</b>                                      | Sí                       |
| <b>Sincronizable</b>                                   | Sí                       |
| <b>Interfaces</b>                                      |                          |
| <b>Nº de interfaces RS 485</b>                         | 0                        |

|  |                              |
|--|------------------------------|
| <b>N.º de interfaces USB</b>   | 1 ; hasta máx. 16 GB         |
| <b>Número de slot para tarjetas SD</b>                                     | 0                            |
| <b>Nº de interfaces paralelas</b>  |                              |
| <b>Nº de interfaces 20 mA (TTY)</b>  | 0                            |
| <b>N.º de interfaces RS 232</b>  | 0                            |
| <b>Nº de interfaces RS 422</b>   | 0                            |
| <b>N.º de otras interfaces</b>   | 0                            |
| <b>Con interfaces a SW</b>   | No                           |
| <b>Industrial Ethernet</b>   |                              |
| <b>N.º de interfaces Industrial Ethernet</b>                               | 1                            |
| <b>LED de estado Industrial Ethernet</b>                                   | 2                            |
| <b>Informes (logs)</b>   |                              |
| <b>PROFINET</b>  | Sí                           |
| <b>PROFINET IO</b>   | No                           |
| <b>IRT, función soportada</b>  | No                           |
| <b>PROFIBUS</b>  | No                           |
| <b>MPI</b>   | No                           |
| <b>Protocolos (Ethernet)</b>   |                              |
| <b>TCP/IP</b>  | Sí                           |
| <b>DHCP</b>  | Sí                           |
| <b>SNMP</b>  | Sí                           |
| <b>DCP</b>   | Sí                           |
| <b>LLDP</b>  | Sí                           |
| <b>Propiedades WEB</b>   |                              |
| <b>HTTP</b>  | No                           |
| <b>HTML</b>  | No                           |
| <b>Otros protocolos</b>  |                              |
| <b>CAN</b>   | No                           |
| <b>MODBUS</b>  | Sí ; Modicon (MODBUS TCP/IP) |
| <b>Soporta protocolo para EtherNet/IP</b>                                  | Sí                           |
| <b>Alarmas/diagnósticos/información de estado</b>                          |                              |
| <b>Avisos de diagnósticos</b>  |                              |
| <b>Se puede leer la información de diagnóstico</b>                         | No                           |
| <b>CEM</b>   |                              |
| <b>Emisión de radiointerferencias según EN 55 011</b>                      |                              |
| <b>Emisión de perturbaciones radioeléctricas según EN 55 011 (clase A)</b> | Sí                           |
| <b>Emisión de perturbaciones radioeléctricas según EN 55 011 (clase B)</b> | No                           |
| <b>Grado de protección y clase de protección</b>                           |                              |
| <b>IP (frontal)</b>  | 65                           |

# **ANEXO C**

## **Hojas guías**

# TEM614 – CONTROL II

## HOJA GUÍA

### PRÁCTICA # 1

**Tema:** Utilización de dispositivos HMI conectados en red.

**Objetivos:**

- Instruir al estudiante en el manejo y aplicación de dispositivos HMI trabajando en conjunto al PLC S7-1200 de SIEMENS dentro de una misma red de trabajo.
- Desarrollar un algoritmo de control y dos interfaces humano-máquina (HMI), una para cada dispositivo HMI, utilizando el software TIAPORTAL V15 de SIEMENS mediante lenguaje de bloques funcionales FBD.
- Configurar un módem wi-fi, conectado en red al PLC y a los dispositivos HMI, para mediante las aplicaciones sm@rt server y sm@rt cliente, tener acceso a un control remoto de manera inalámbrica desde un smartphone o una tablet.

**Información:**

Durante el desarrollo de la automatización de control de procesos se ha notado la tendencia para que las operaciones de control, supervisión, adquisición de datos, estadísticas, diagnósticos de fallos y errores, entre otros, estén de forma más accesible no solamente a los operadores de las máquinas y el proceso, sino para que todo el personal que está involucrado en el proceso productivo también las pueda ver, interpretar, analizar y tomar decisiones competentes para la corrección y la mejora de los mismos.

El Interfaz Hombre-Máquina (HMI) es el interfaz entre el proceso y los operarios; se trata básicamente de un panel de instrumentos del operario. Es la principal herramienta utilizada por operarios y supervisores de línea para coordinar y controlar procesos industriales y de fabricación. El HMI traduce variables de procesos complejos en información útil y procesable.

La función de los HMI consiste en mostrar información operativa en tiempo real. Proporcionan gráficos de procesos visuales que aportan significado y contexto al estado del motor y de la válvula, niveles de depósitos y otros parámetros del proceso. Suministran información operativa al proceso, y permiten el controlar y la optimización al regular los objetivos de producción y de proceso.

## Trabajo preparatorio:

### Desarrollo

- Utilizando el Portal TIA V15 de SIEMENS desarrollar un algoritmo para controlar el funcionamiento de uno de los módulos de trabajo (plantas didácticas). La planta debe ser controlada a través de interfaces gráficas mediante tres dispositivos HMI (un computador, una pantalla táctil, y un Smartphone) para lo cual se deberá configurar adecuadamente el Smart server y Smart client para que la red admita los dispositivos antes mencionados.

### En el trabajo preparatorio presentar:

- El circuito de control en lenguaje FBD.
- Tabla de Variables del PLC.
- Las interfaces Humano Máquina HMI del proceso.
- El diagrama de entradas y salidas al PLC.

## Procedimiento práctico:

- Simular la aplicación desarrollada en el trabajo preparatorio.
- Conectar los dispositivos de entrada y salida, descargar el programa al PLC y probar su funcionamiento.
- Realizar el respectivo control REMOTO (desde las HMI) y FISICO (desde el PLC) del proceso industrial.

## Informe:

- Desarrollar el informe en base al formato establecido.
- Presentar el algoritmo de control, el diagrama de entradas y salidas al PLC, el diseño de las interfaces Humano Máquina HMI y la Tabla de Variables.

# TEM614 – CONTROL II

## HOJA GUÍA

### PRÁCTICA # 2

**Tema:** Intercomunicación entre dos PLC's conectados en la misma red.

**Objetivos:**

- Instruir al estudiante en el manejo y aplicación de la comunicación en red entre PLC's.
- Establecer una comunicación ethernet, entre dos PLCs utilizando las instrucciones SEND (enviar) y RECEIVE (recibir), que posibilite el intercambio de datos ya que los autómatas formarán parte de un mismo proceso.
- Desarrollar dos algoritmos de control y su respectiva interfaz humano máquina (HMI) utilizando el software TIA PORTAL V15 de SIEMENS mediante lenguaje de bloques funcionales FBD.

**Información:**

Las comunicaciones deben poseer unas características particulares para responder a las necesidades de intercomunicación en tiempo real. Además, deben resistir un ambiente hostil donde existe gran cantidad de ruido electromagnético y condiciones ambientales duras. En el uso de comunicaciones industriales se pueden separar dos áreas principales: una comunicación a nivel de campo, y una comunicación hacia el SCADA.

La función SEND envía palabras (datos) desde el PLC donde está programada, a otro nodo remoto que pertenezca a la red, que en nuestro caso será otro PLC.

La función RECIEVE solicita canales (palabras) para que se transfieran desde el dispositivo designado al PLC local donde se ejecuta la instrucción. Los datos se reciben a través de la red y se escriben en el área de datos indicada.

Un PLC dispone de 8 puertos lógicos de comunicación por lo que permite ejecutar 8 instrucciones de comunicación simultáneas, aunque solamente una instrucción puede ser ejecutada a la vez por cada puerto de comunicaciones.

## Trabajo preparatorio:

### Desarrollo

Utilizando el Portal TIA V15 de SIEMENS desarrollar dos algoritmos para controlar el funcionamiento de dos MOTORES M1 y M2 utilizando lenguaje FBD para programar dos Controladores Lógicos Programables PLC SIEMENS S7-1200 conectados en red, que permita cumplir con los siguientes requerimientos:

Utilizando las instrucciones SEND y RECIEVE, configurar la intercomunicación entre dos PLC, donde cada uno estará a cargo del control de un motor. Con la condición de que el mando local (botones físicos) en ambos PLCs tengan las mismas funciones para ambos autómatas. Y que el control remoto se lo haga en una sola interfaz HMI.

- Se dispone de los modos de funcionamiento **Modo Manual, Modo Automático y OFF.**

#### Modo manual:

- Se tiene cinco pulsadores manuales P1, P2, P3, P4 P0. (Los mismos para cada PLC).
- Al presionar la secuencia P1, P2, P1 se enciende el motor 1 en el PLC 1 en un arranque estrella en sentido horario y dos segundos después se detiene durante medio segundo y pasa a delta y se mantiene indefinidamente hasta presionar P0.
- Al presionar la secuencia P3, P4, P3 se enciende el motor 1 en el PLC 1 en un arranque estrella en sentido anti horario y dos segundos después se detiene durante medio segundo y pasa a delta y se mantiene indefinidamente hasta presionar P0.
- Al presionar la secuencia P2, P1, P2 se enciende el motor 2 en el PLC 2 en un arranque estrella en sentido anti horario y dos segundos después se detiene durante medio segundo y pasa a delta y se mantiene indefinidamente hasta presionar P0.
- Al presionar la secuencia P4, P3, P4 se enciende el motor 2 en el PLC 2 en un arranque estrella en sentido horario y dos segundos después se detiene durante medio segundo y pasa a delta y se mantiene indefinidamente hasta presionar P0.

### **Modo automático:**

- Al presionar la secuencia P1, P3, P2, P4 se activa la siguiente secuencia:
- El motor 1 arranca en estrella y sentido anti horario, después de dos segundos pasa a delta donde se mantiene por tres segundos y se apaga. Inmediatamente se enciende el motor 2 en delta y sentido horario, después de dos segundos pasa a estrella donde se mantiene por tres segundos y se apaga. Luego el motor 1 arranca en delta y sentido horario, después de dos segundos pasa a estrella donde se mantiene por tres segundos y se apaga. Y por último se enciende el motor 2 en estrella y sentido anti horario, después de dos segundos pasa a delta donde se mantiene por tres segundos y se apaga.
- Se debe repetir dicha secuencia y debe apagarse una vez cumplido dos ciclos, de manera automática.
- P0 detiene la secuencia en cualquier momento.

**OFF:** Vuelve el sistema a sus condiciones iniciales.

- Tomar en cuenta TODOS los posibles bloqueos.
- Tener en cuenta que se debe usar los pulsadores de ambos PLCs y deben cumplir las mismas funciones en cada uno, en otras palabras, debe ser posible iniciar las secuencias, ya sea en modo manual o automático desde ambos PLCs.

### **En el trabajo preparatorio presentar:**

- Los dos circuitos de control en lenguaje FBD.
- Tabla de Variables del PLC.
- La interfaz Humano Máquina HMI del proceso (una sola interfaz para ambos PLCs).
- El diagrama de entradas y salidas al PLC.

### **Procedimiento práctico:**

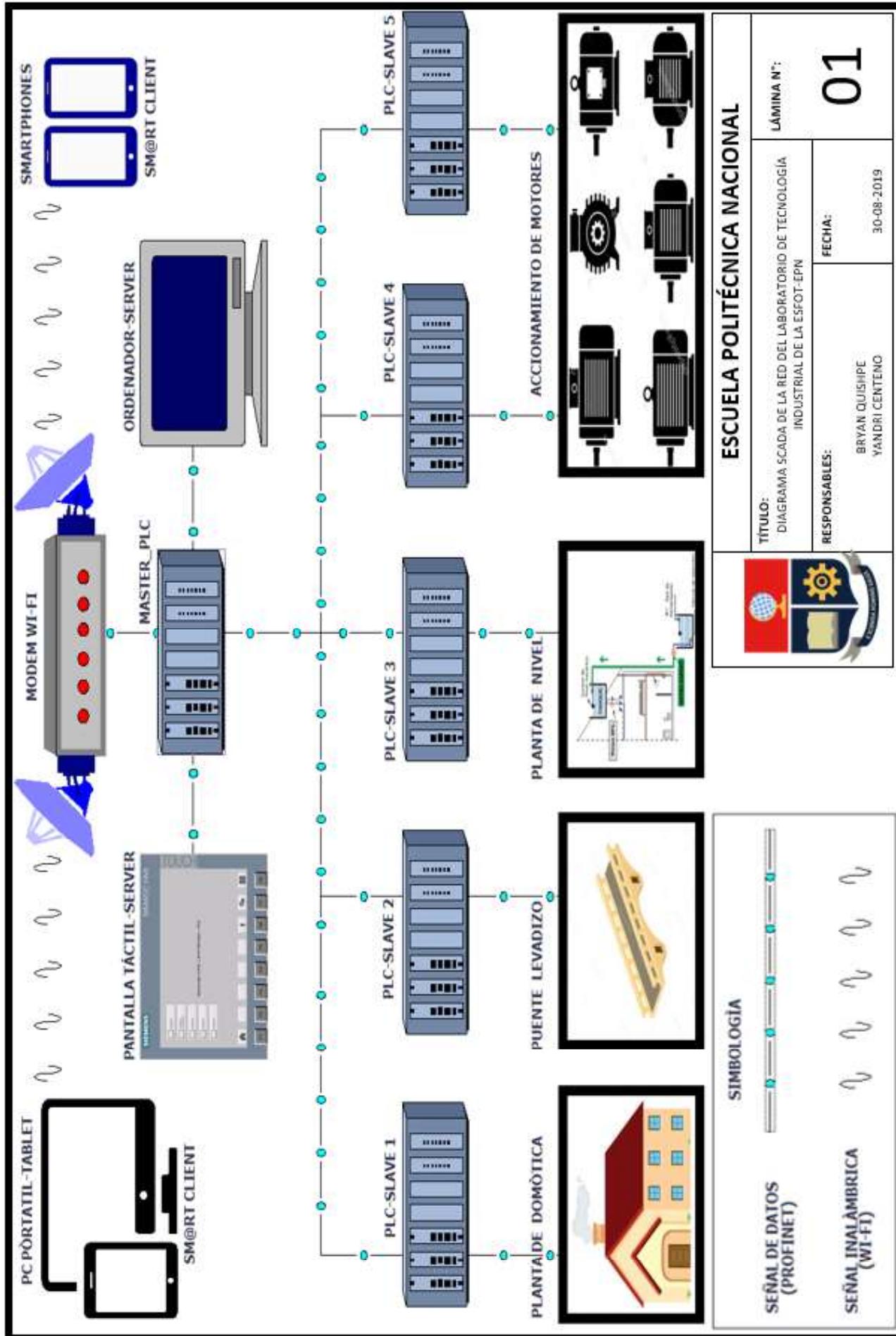
- Simular la aplicación desarrollada en el trabajo preparatorio.
- Conectar los dispositivos de entrada y salida, descargar el programa a los dos PLCs y probar su funcionamiento.
- Realizar el respectivo control REMOTO (desde la HMI) y FISICO (desde los dos PLCs) del proceso industrial.

### Informe:

- Desarrollar el informe en base al formato establecido.
- Presentar el algoritmo de control, el diagrama de entradas y salidas de ambos PLCs, el diseño de la interfaz Humano Máquina HMI y la Tabla de Variables.

**ANEXO D**

**Diagrama SCADA**  
**de la red**  
**implementada**



**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**TÍTULO:**  
DIAGRAMA SCADA DE LA RED DEL LABORATORIO DE TECNOLOGÍA INDUSTRIAL DE LA ESFOT-EPN

**RESPONSABLES:**  
BRYAN QUSHIPE  
YANDRI CENTENO

**LÁMINA N°:**  
**01**

**FECHA:**  
30-08-2019

**ANEXO E**

**Algoritmos de control**

**y**

**Tablas de variables**

# PROYECTO\_FINAL\_DE TITULACION / MASTER\_PLC [CPU 1212C AC/DC/Rly] / Bloques de programa

## MASTER [OB1]

### MASTER Propiedades

#### General

|        |        |        |   |      |    |        |     |
|--------|--------|--------|---|------|----|--------|-----|
| Nombre | MASTER | Número | 1 | Tipo | OB | Idioma | KOP |
|--------|--------|--------|---|------|----|--------|-----|

|            |            |
|------------|------------|
| Numeración | Automático |
|------------|------------|

#### Información

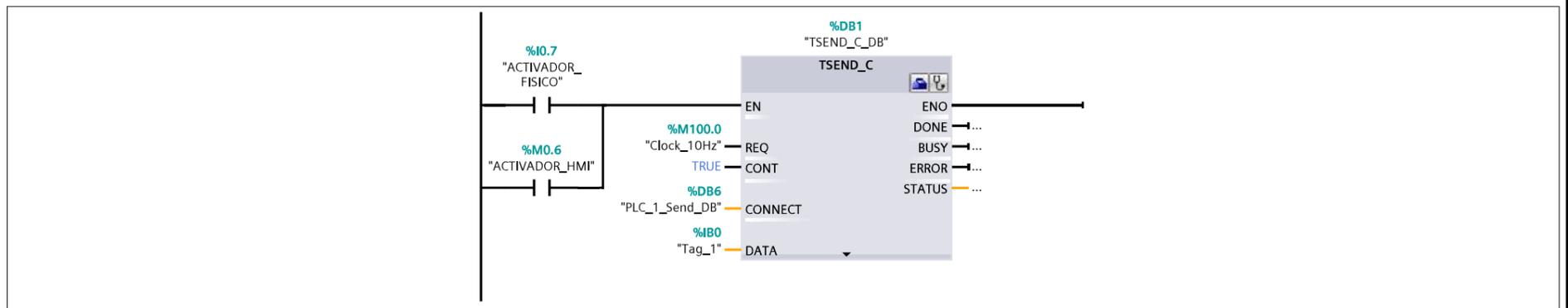
|        |                              |       |  |            |  |         |  |
|--------|------------------------------|-------|--|------------|--|---------|--|
| Título | "Main Program Sweep (Cycle)" | Autor |  | Comentario |  | Familia |  |
|--------|------------------------------|-------|--|------------|--|---------|--|

|         |     |                  |  |
|---------|-----|------------------|--|
| Versión | 0.1 | ID personalizada |  |
|---------|-----|------------------|--|

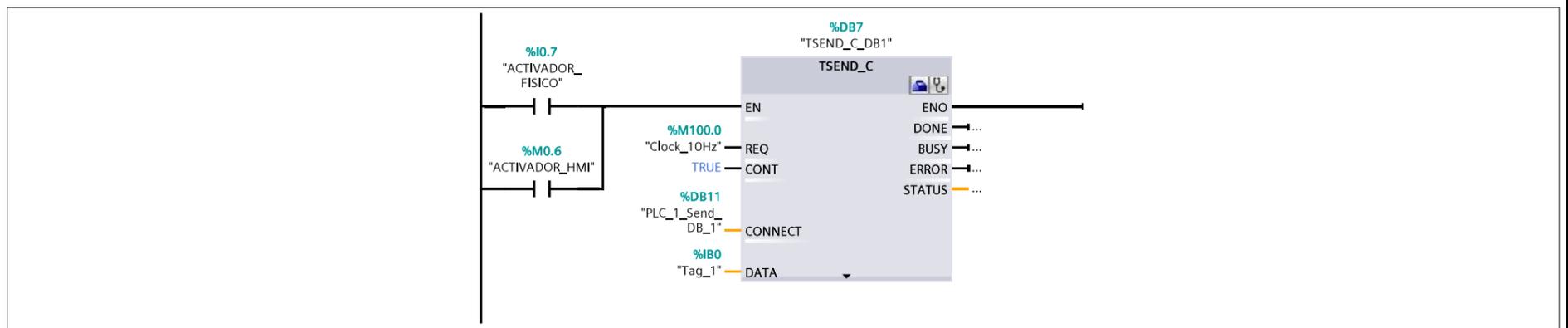
### MASTER

| Nombre       | Tipo de datos | Valor predet. | Comentario                            |
|--------------|---------------|---------------|---------------------------------------|
| ▼ Input      |               |               |                                       |
| Initial_Call | Bool          |               | Initial call of this OB               |
| Remanence    | Bool          |               | =True, if remanent data are available |
| Temp         |               |               |                                       |
| Constant     |               |               |                                       |

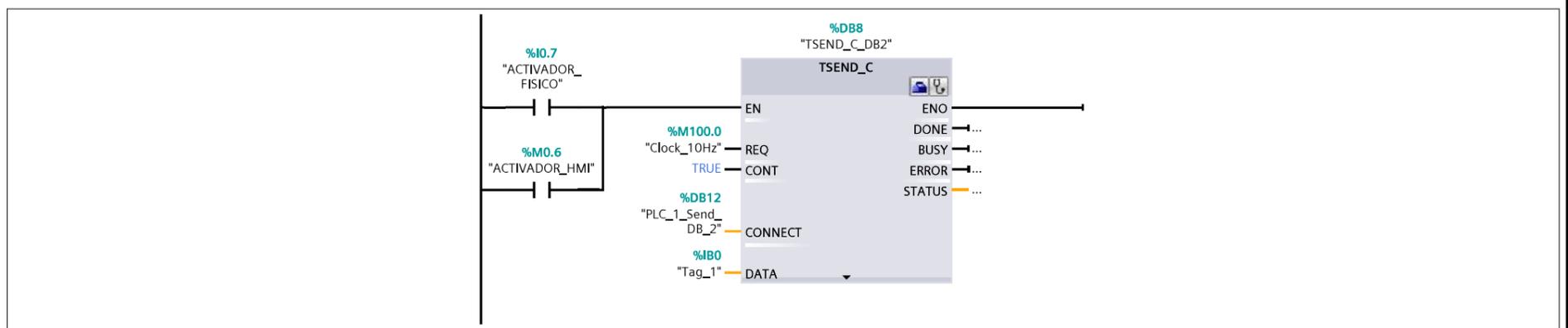
### Segmento 1:



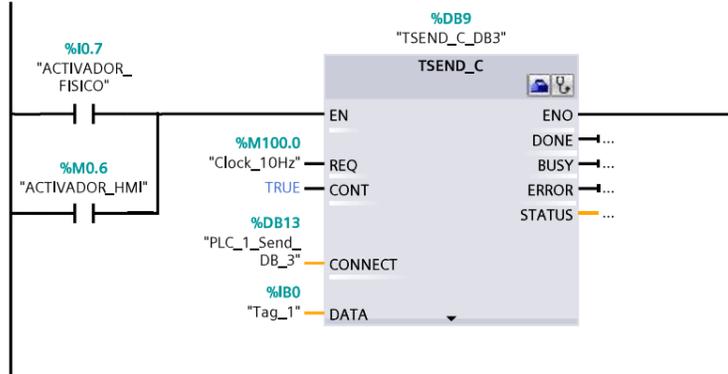
### Segmento 2:



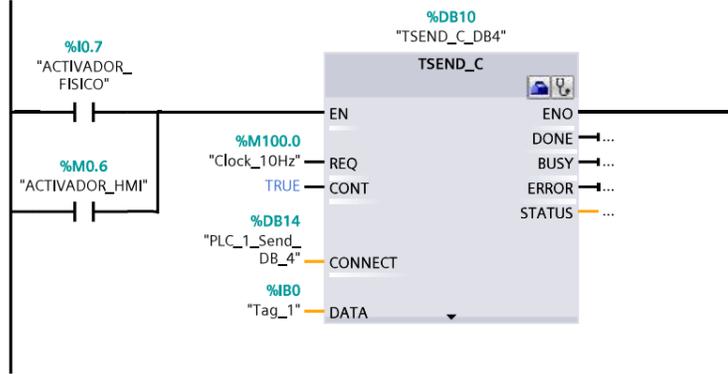
### Segmento 3:



### Segmento 4:



Segmento 5:



PROYECTO\_FINAL\_DE TITULACION / MASTER\_PLC [CPU 1212C AC/DC/Rly] / Variables PLC

Tabla de variables estándar [39]

| Variables PLC            |                  |               |           |            |                            |                             |                            |             |            |
|--------------------------|------------------|---------------|-----------|------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|-------------|------------|
|                          | Nombre           | Tipo de datos | Dirección | Remanencia | Accesible desde HMI/OPC UA | Escribible desde HMI/OPC UA | Visible en HMI Engineering | Supervisión | Comentario |
| <input type="checkbox"/> | Clock_Byte       | Byte          | %MB100    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
| <input type="checkbox"/> | Clock_10Hz       | Bool          | %M100.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
| <input type="checkbox"/> | Clock_5Hz        | Bool          | %M100.1   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
| <input type="checkbox"/> | Clock_2.5Hz      | Bool          | %M100.2   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
| <input type="checkbox"/> | Clock_2Hz        | Bool          | %M100.3   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
| <input type="checkbox"/> | Clock_1.25Hz     | Bool          | %M100.4   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
| <input type="checkbox"/> | Clock_1Hz        | Bool          | %M100.5   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
| <input type="checkbox"/> | Clock_0.625Hz    | Bool          | %M100.6   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
| <input type="checkbox"/> | Clock_0.5Hz      | Bool          | %M100.7   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
| <input type="checkbox"/> | ACTIVADOR_FISICO | Bool          | %I0.7     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
| <input type="checkbox"/> | ACTIVADOR_HMI    | Bool          | %M0.6     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
| <input type="checkbox"/> | ENVIAR_DATOS     | Byte          | %MBO      | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
| <input type="checkbox"/> | Tag_1            | Byte          | %IB0      | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |

# PROYECTO\_FINAL\_DE TITULACION / SLAVE\_1\_PLC [CPU 1212C AC/DC/Rly] / Bloques de programa

## PLC 1 [OB1]

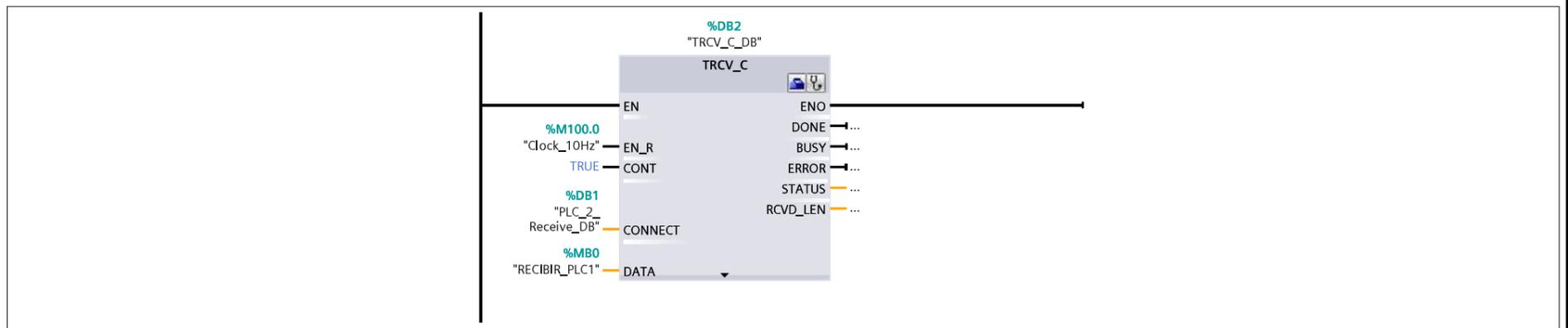
### PLC 1 Propiedades

| General     |                              |                  |   |            |    |         |     |
|-------------|------------------------------|------------------|---|------------|----|---------|-----|
| Nombre      | PLC 1                        | Número           | 1 | Tipo       | OB | Idioma  | KOP |
| Numeración  | Automático                   |                  |   |            |    |         |     |
| Información |                              |                  |   |            |    |         |     |
| Título      | "Main Program Sweep (Cycle)" | Autor            |   | Comentario |    | Familia |     |
| Versión     | 0.1                          | ID personalizada |   |            |    |         |     |

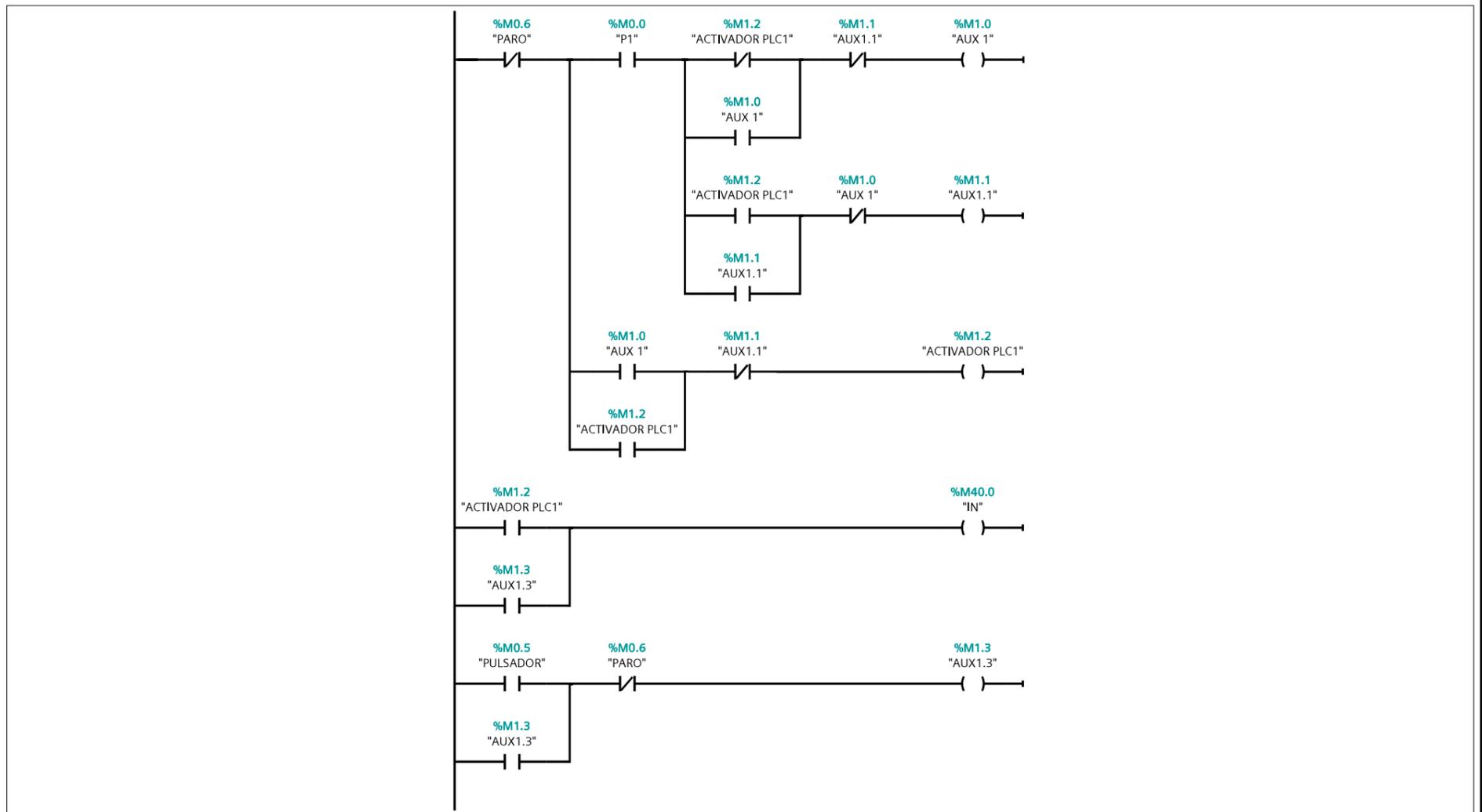
### PLC 1

| Nombre       | Tipo de datos | Valor predet. | Comentario                            |
|--------------|---------------|---------------|---------------------------------------|
| ▼ Input      |               |               |                                       |
| Initial_Call | Bool          |               | Initial call of this OB               |
| Remanence    | Bool          |               | =True, if remanent data are available |
| Temp         |               |               |                                       |
| Constant     |               |               |                                       |

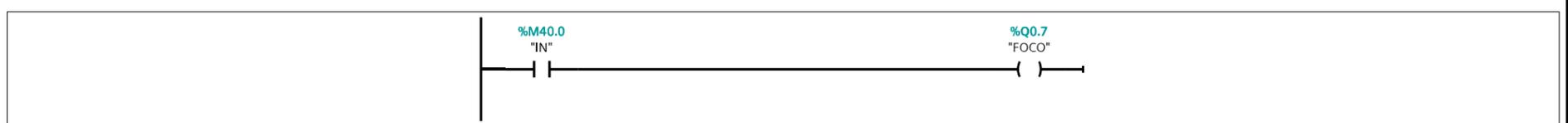
### Segmento 1:



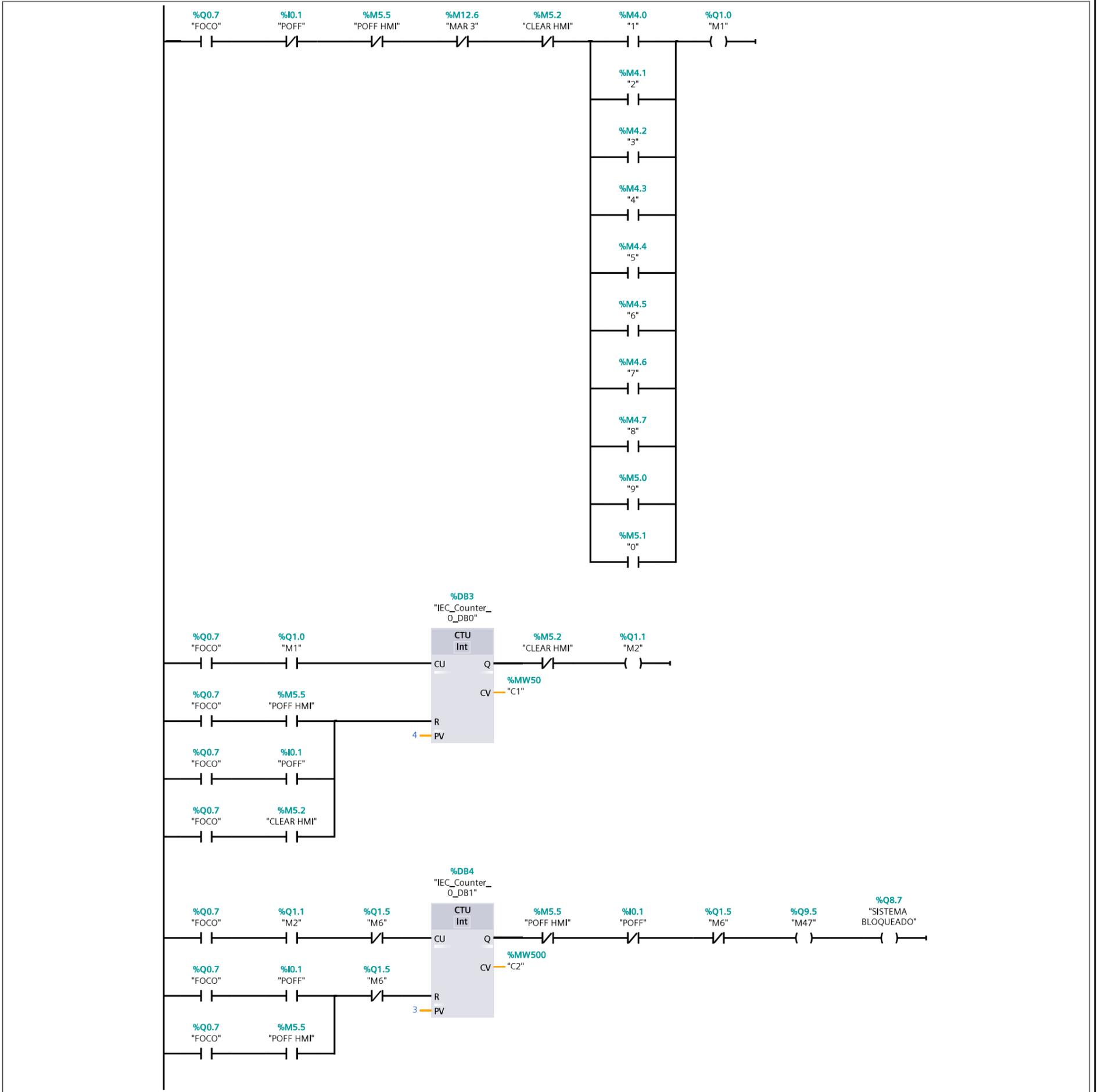
### Segmento 2:



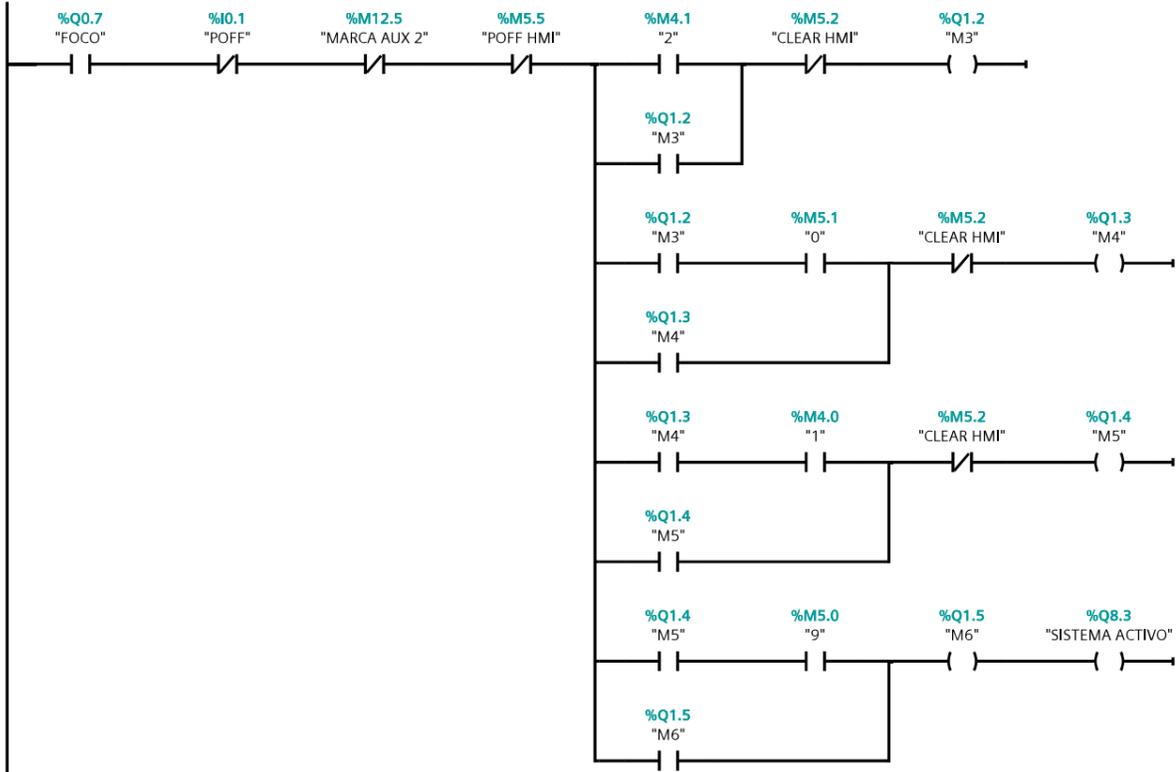
### Segmento 3:



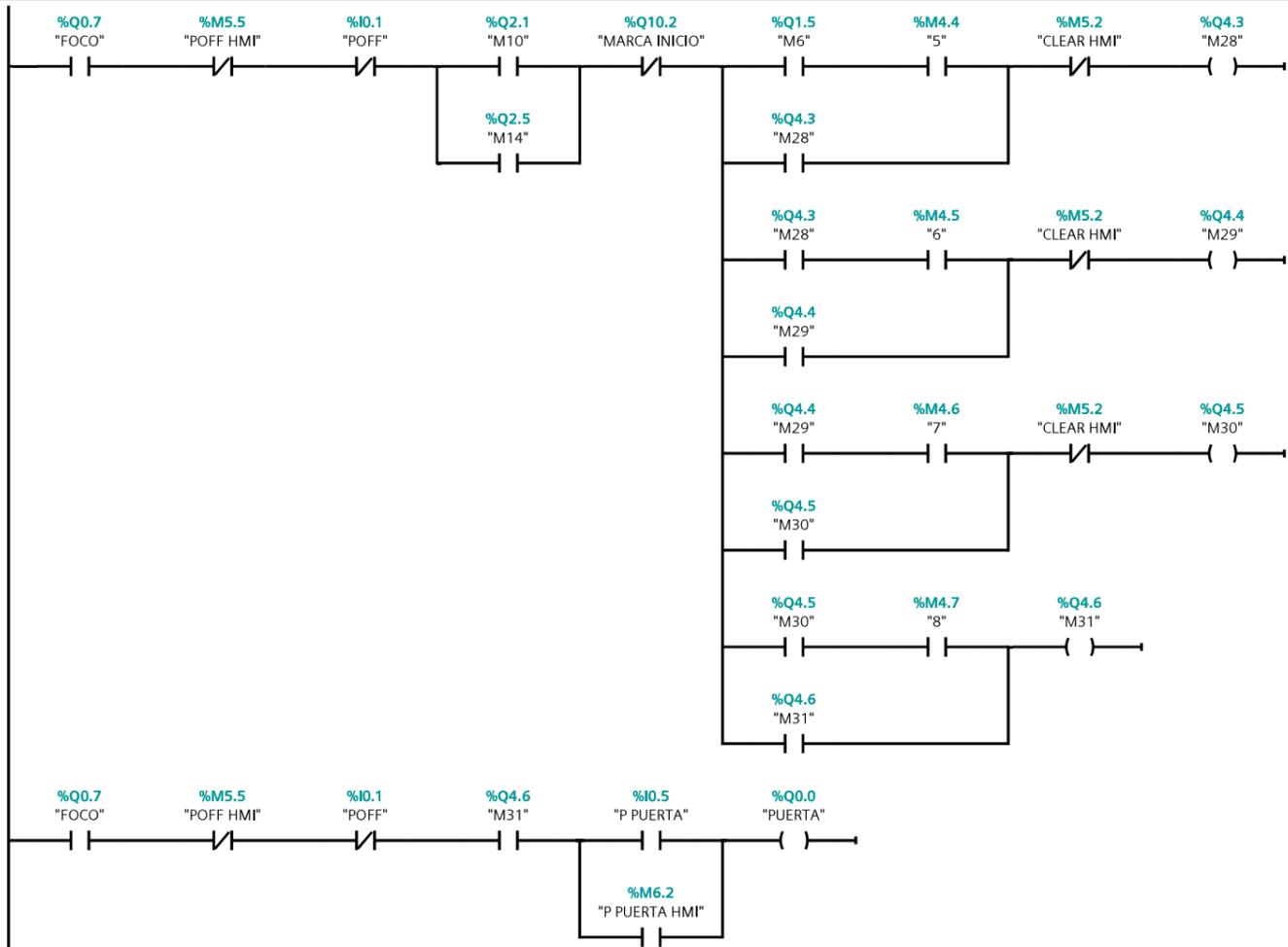
Segmento 4:



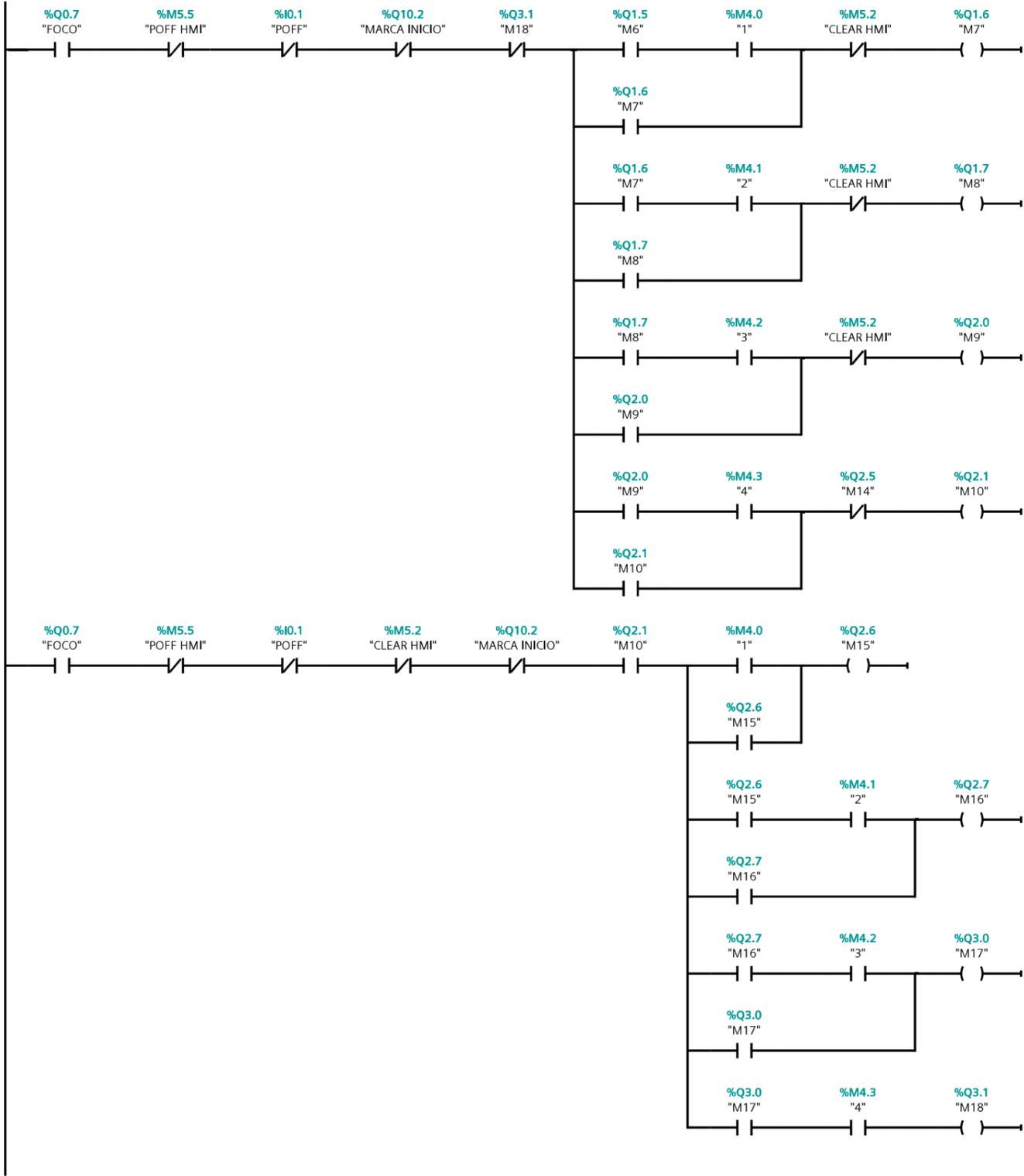
Segmento 5:



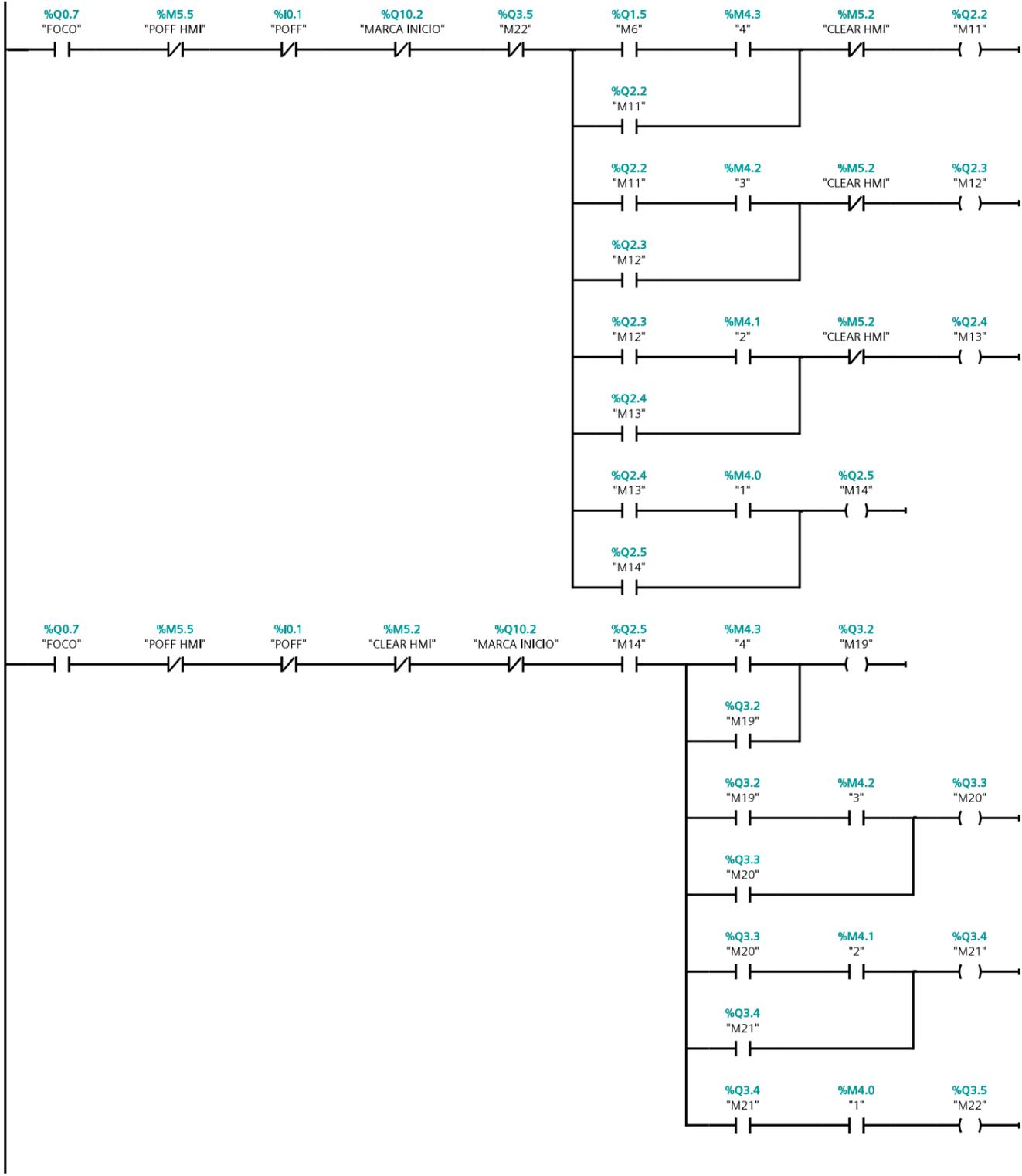
Segmento 6:



Segmento 7:

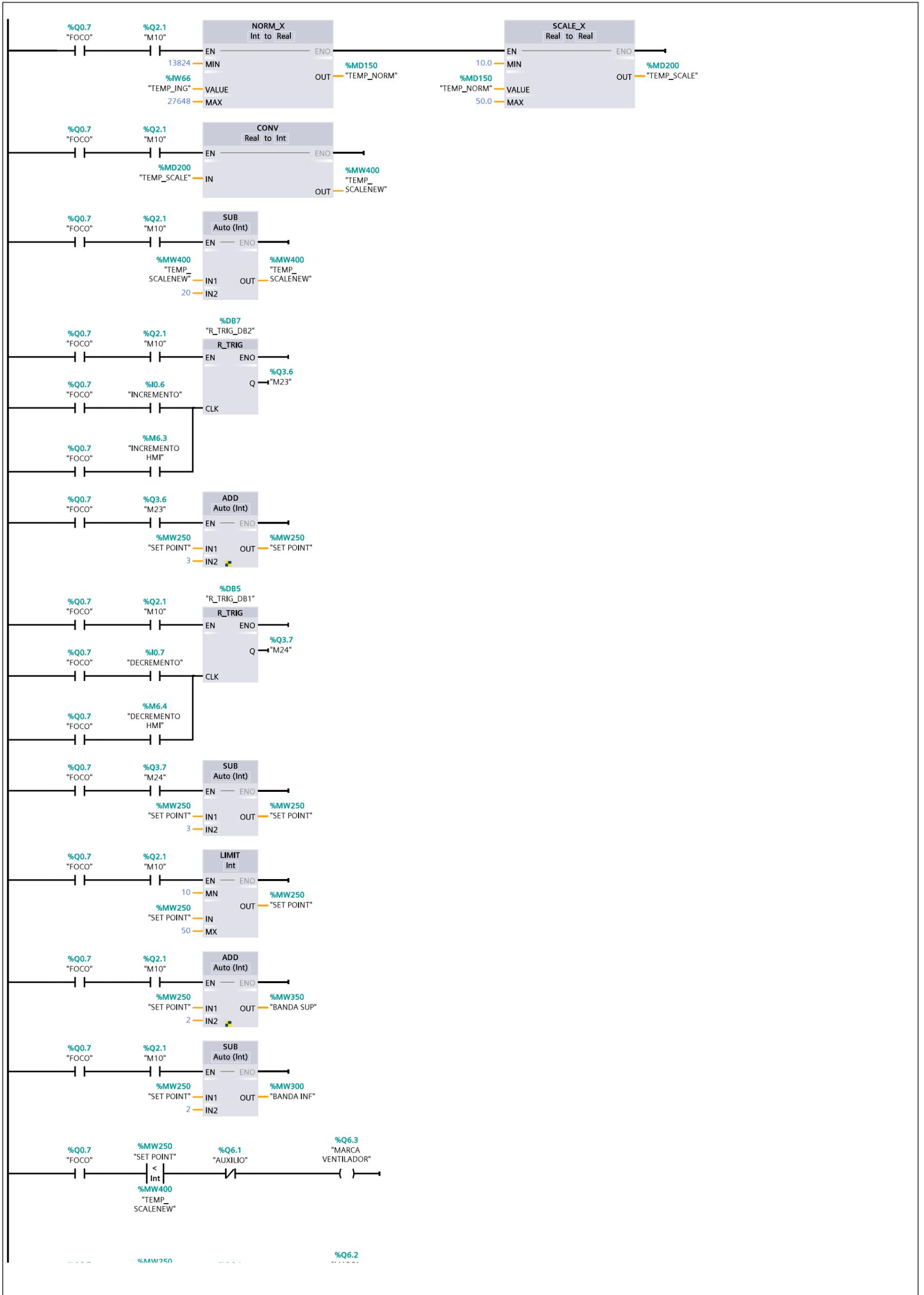


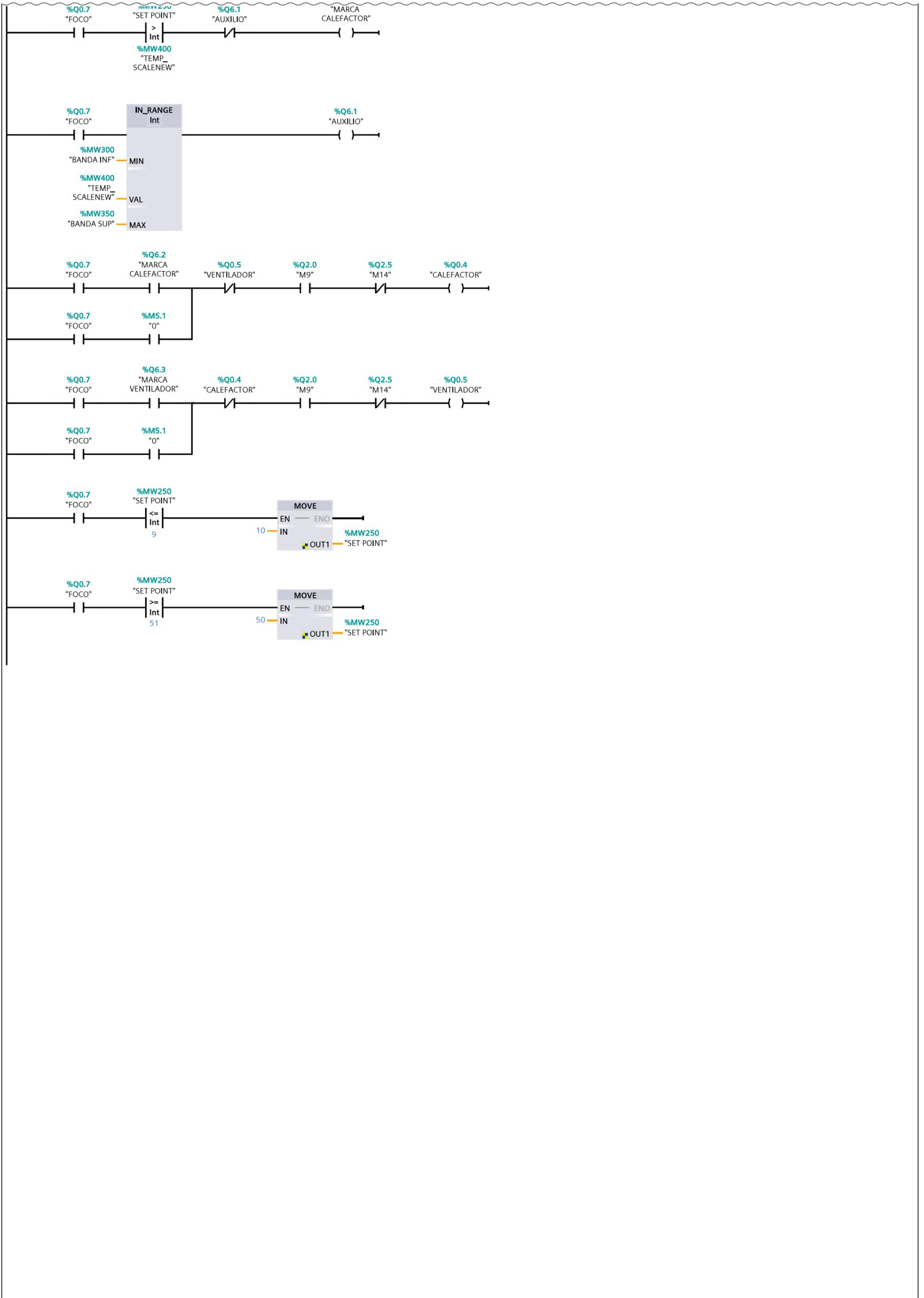
Segmento 8:



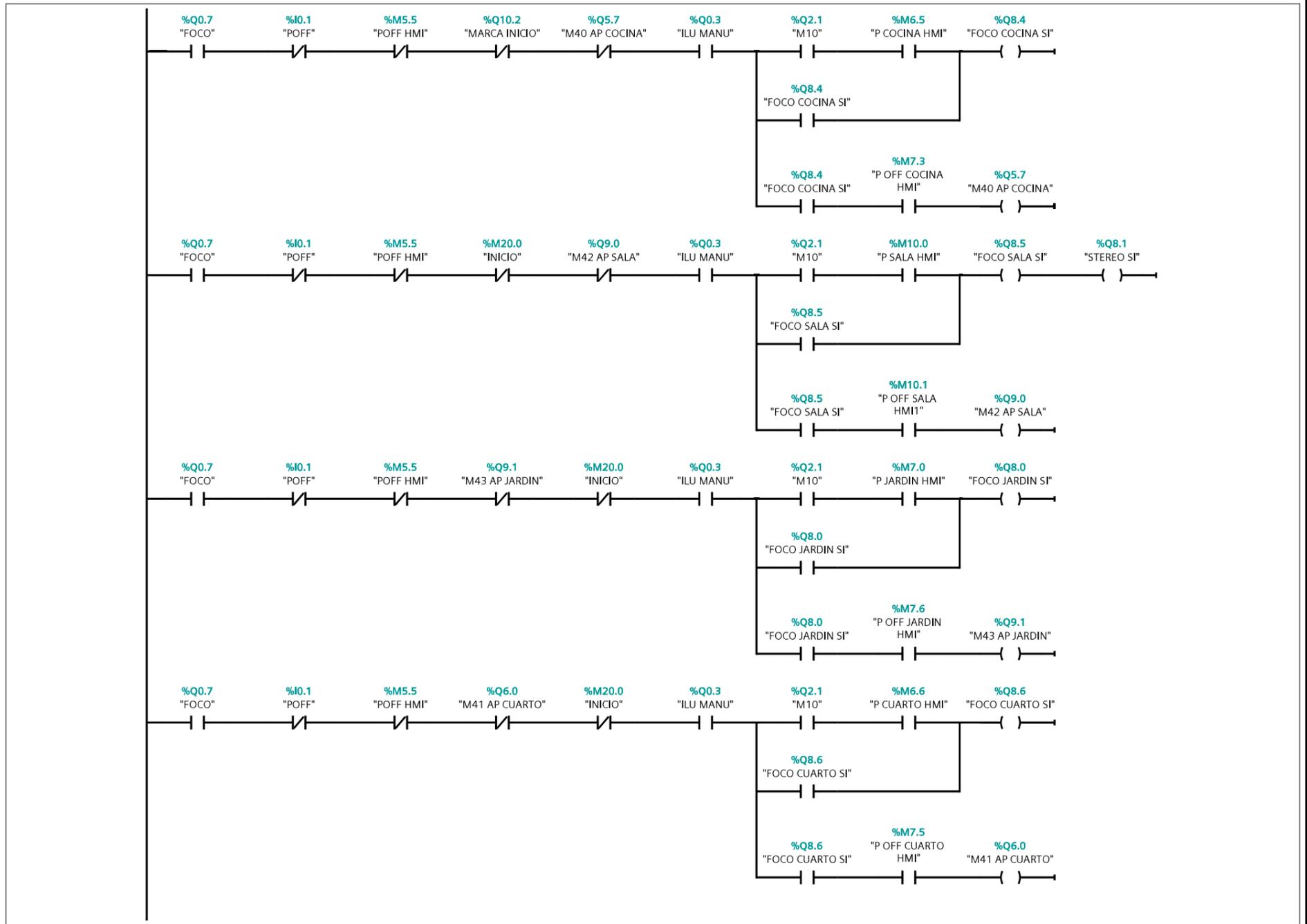
Segmento 9:

Segmento 9: (1.1 / 2.1)

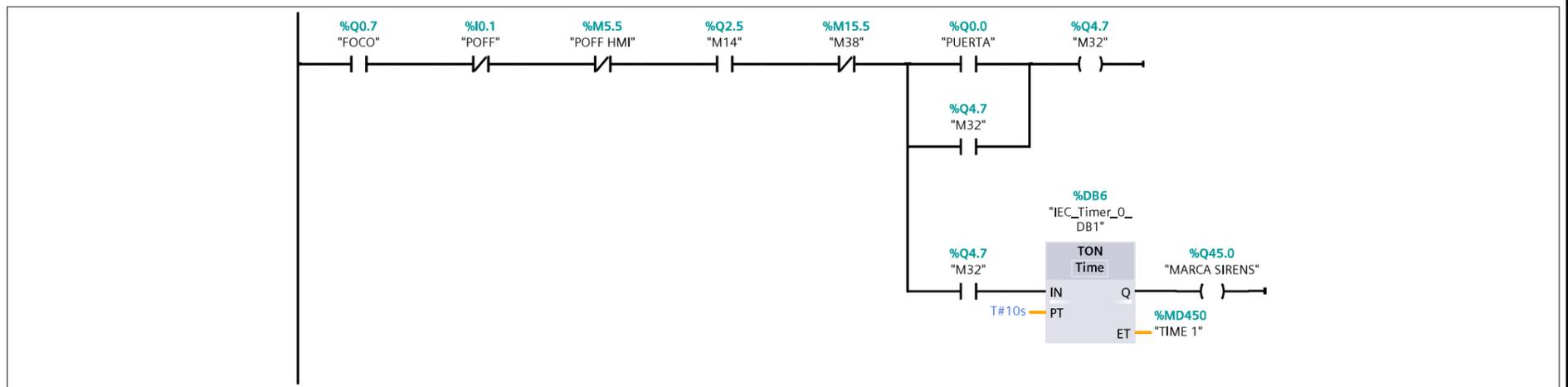




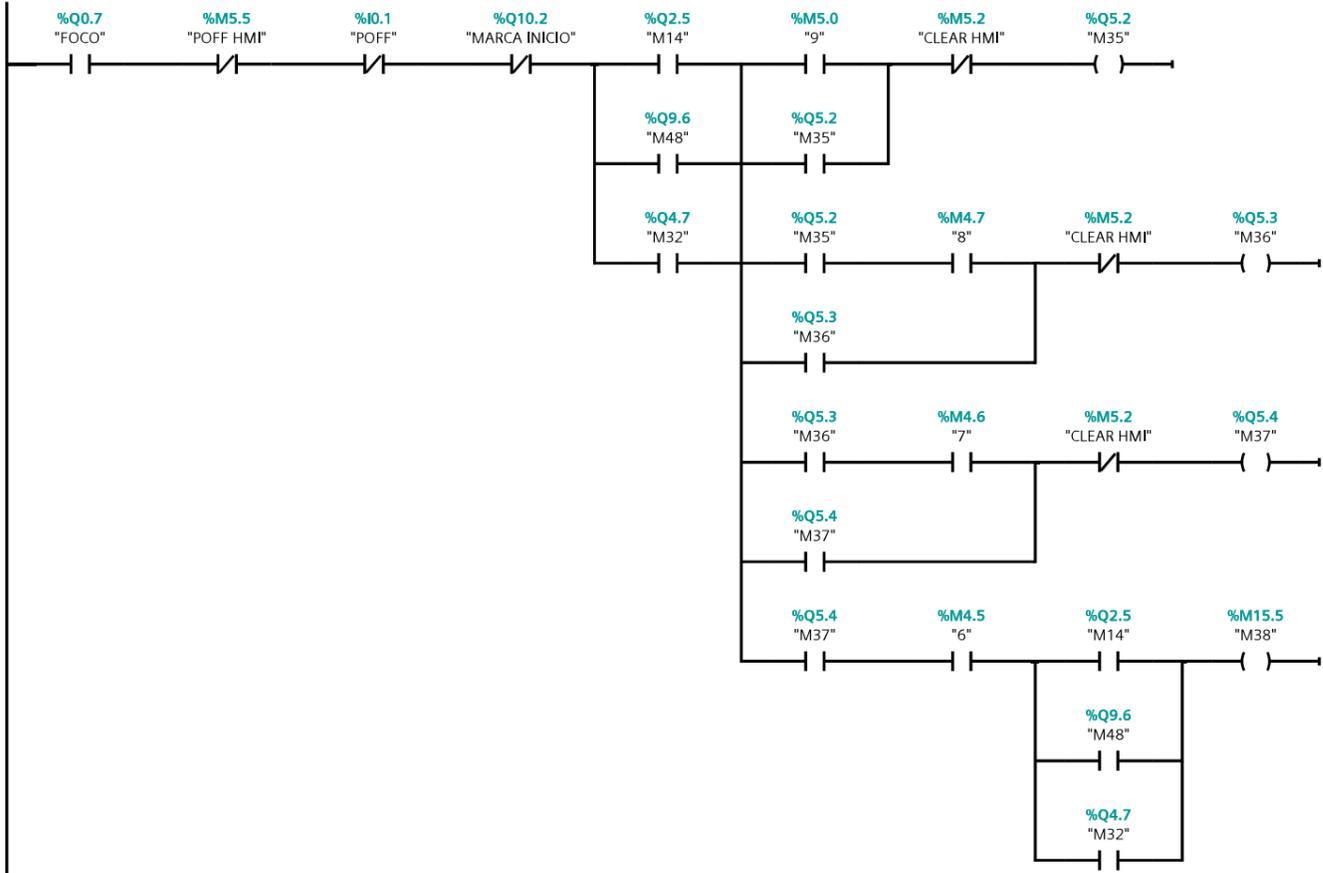
Segmento 10:



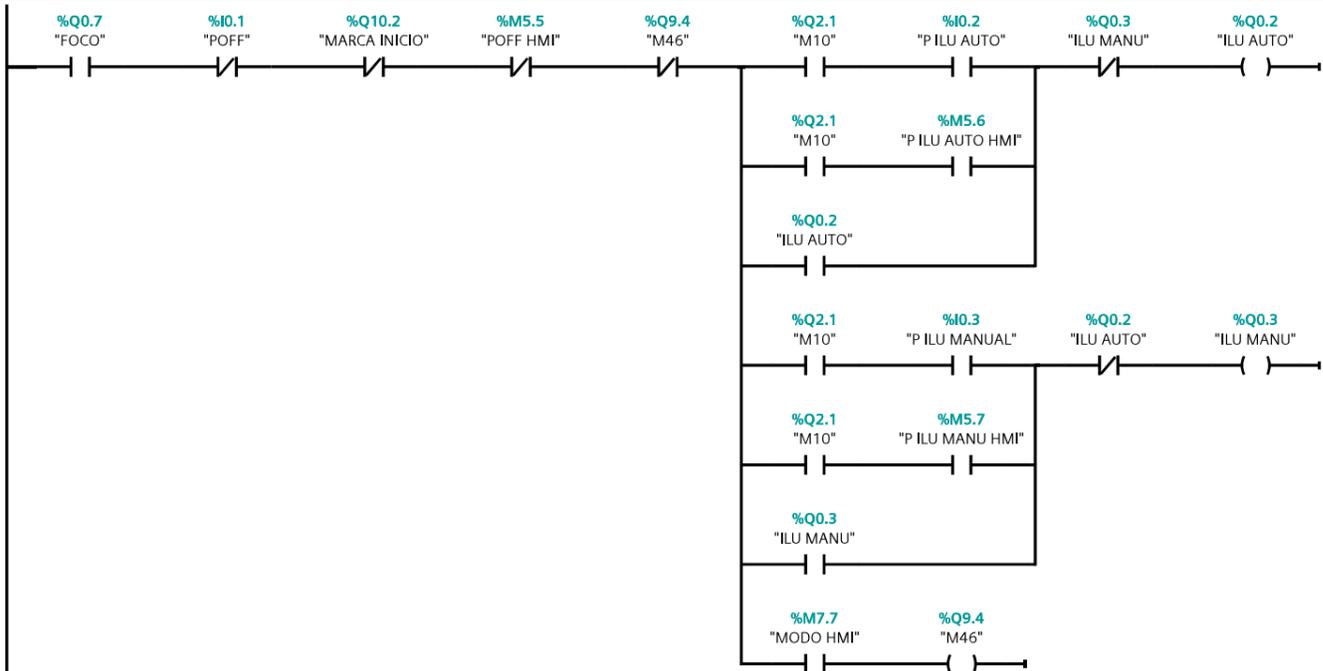
Segmento 11:



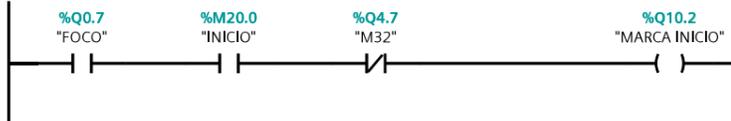
Segmento 12:



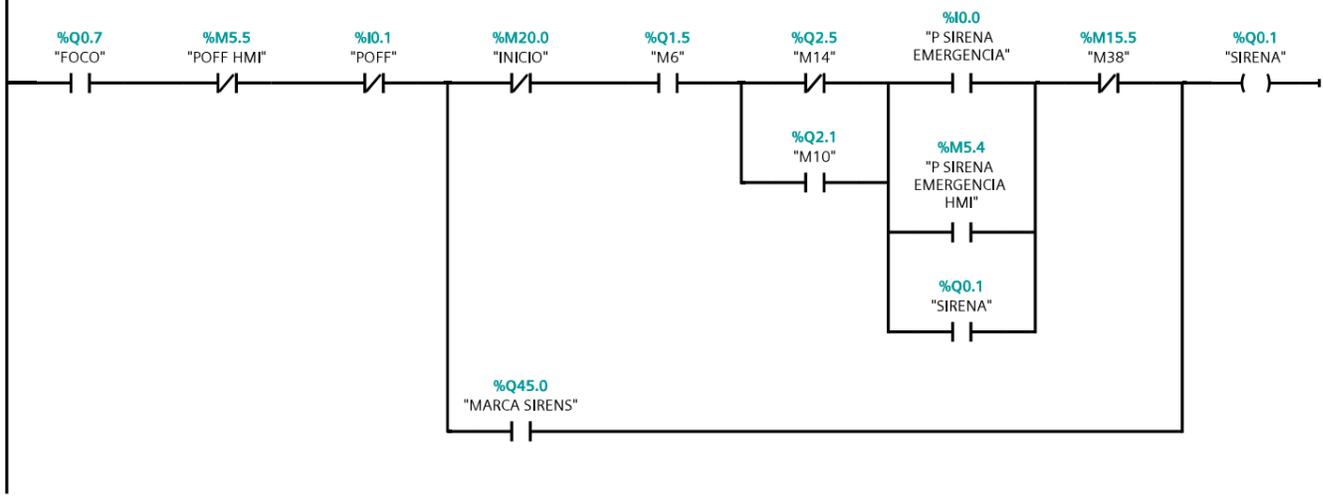
Segmento 13:



Segmento 14:



Segmento 15:



PROYECTO\_FINAL\_DE TITULACION / SLAVE\_1\_PLC [CPU 1212C AC/DC/Rly] / Variables PLC

Tabla de variables estándar [173]

| Variables PLC |                |               |           |            |                            |                             |                            |             |            |
|---------------|----------------|---------------|-----------|------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|-------------|------------|
|               | Nombre         | Tipo de datos | Dirección | Remanencia | Accesible desde HMI/OPC UA | Escribible desde HMI/OPC UA | Visible en HMI Engineering | Supervisión | Comentario |
|               | Clock_Byte     | Byte          | %MB100    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | Clock_10Hz     | Bool          | %M100.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | Clock_5Hz      | Bool          | %M100.1   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | Clock_2.5Hz    | Bool          | %M100.2   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | Clock_2Hz      | Bool          | %M100.3   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | Clock_1.25Hz   | Bool          | %M100.4   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | Clock_1Hz      | Bool          | %M100.5   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | Clock_0.625Hz  | Bool          | %M100.6   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | Clock_0.5Hz    | Bool          | %M100.7   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | RECIBIR_PLC1   | Byte          | %MB0      | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | PARO           | Bool          | %M0.6     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | P1             | Bool          | %M0.0     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | AUX 1          | Bool          | %M1.0     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | AUX1.1         | Bool          | %M1.1     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | ACTIVADOR PLC1 | Bool          | %M1.2     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | FOCO           | Bool          | %Q0.7     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | AUX1.3         | Bool          | %M1.3     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | PULSADOR       | Bool          | %M0.5     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | PUERTA         | Bool          | %Q0.0     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | SIRENA         | Bool          | %Q0.1     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | ILU AUTO       | Bool          | %Q0.2     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | ILU MANU       | Bool          | %Q0.3     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | CALEFACTOR     | Bool          | %Q0.4     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | VENTILADOR     | Bool          | %Q0.5     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | 1              | Bool          | %M4.0     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | 2              | Bool          | %M4.1     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | 3              | Bool          | %M4.2     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | 4              | Bool          | %M4.3     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | 5              | Bool          | %M4.4     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | 6              | Bool          | %M4.5     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | 7              | Bool          | %M4.6     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | 8              | Bool          | %M4.7     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | 9              | Bool          | %M5.0     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | 0              | Bool          | %M5.1     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | M1             | Bool          | %Q1.0     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | M2             | Bool          | %Q1.1     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | M3             | Bool          | %Q1.2     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | M4             | Bool          | %Q1.3     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | M5             | Bool          | %Q1.4     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | M6             | Bool          | %Q1.5     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | M8             | Bool          | %Q1.7     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | M9             | Bool          | %Q2.0     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | M10            | Bool          | %Q2.1     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | M11            | Bool          | %Q2.2     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | M12            | Bool          | %Q2.3     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | M13            | Bool          | %Q2.4     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | M14            | Bool          | %Q2.5     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | M15            | Bool          | %Q2.6     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | M16            | Bool          | %Q2.7     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | M17            | Bool          | %Q3.0     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | M18            | Bool          | %Q3.1     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | M19            | Bool          | %Q3.2     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | M20            | Bool          | %Q3.3     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | POFF           | Bool          | %I0.1     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | P ILU AUTO     | Bool          | %I0.2     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | P ILU MANUAL   | Bool          | %I0.3     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |

|  | Nombre                  | Tipo de datos | Dirección | Remanencia | Accesible desde HMI/OPC UA | Escritable desde HMI/OPC UA | Visible en HMI Engineering | Supervisión | Comentario |
|--|-------------------------|---------------|-----------|------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|-------------|------------|
|  | HOMEPLC                 | Bool          | %I0.4     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | P PUERTA                | Bool          | %I0.5     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | INCREMENTO              | Bool          | %I0.6     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | DECREMENTO              | Bool          | %I0.7     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | P SIRENA EMERGENCIA     | Bool          | %I0.0     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | CLEAR HMI               | Bool          | %M5.2     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | C1                      | Int           | %MW50     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | ING INTENTOS            | Int           | %MW900    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | P SIRENA EMERGENCIA HMI | Bool          | %M5.4     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | POFF HMI                | Bool          | %M5.5     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | P ILU AUTO HMI          | Bool          | %M5.6     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | P ILU MANU HMI          | Bool          | %M5.7     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | POHMI                   | Bool          | %M6.1     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | P PUERTA HMI            | Bool          | %M6.2     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | INCREMENTO HMI          | Bool          | %M6.3     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | DECREMENTO HMI          | Bool          | %M6.4     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | M7                      | Bool          | %Q1.6     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | M21                     | Bool          | %Q3.4     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | M22                     | Bool          | %Q3.5     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | M23                     | Bool          | %Q3.6     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | M24                     | Bool          | %Q3.7     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | M25 COCINA              | Bool          | %Q4.0     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | M26 CUARTO              | Bool          | %Q4.1     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | M27 SALA                | Bool          | %Q4.2     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | M28                     | Bool          | %Q4.3     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | M29                     | Bool          | %Q4.4     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | M30                     | Bool          | %Q4.5     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | M31                     | Bool          | %Q4.6     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | M32                     | Bool          | %Q4.7     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | M33                     | Bool          | %Q5.0     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | M34                     | Bool          | %Q5.1     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | M35                     | Bool          | %Q5.2     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | M36                     | Bool          | %Q5.3     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | M37                     | Bool          | %Q5.4     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | M38                     | Bool          | %M15.5    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | M39 JARDIN              | Bool          | %Q5.6     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | M40 AP COCINA           | Bool          | %Q5.7     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | TEMP_ING                | Word          | %IW66     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | TEMP_NORM               | Real          | %MD150    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | TEMP_SCALE              | Real          | %MD200    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | SET POINT               | Int           | %MW250    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | BANDA INF               | Int           | %MW300    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | BANDA SUP               | Int           | %MW350    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | TEMP_SCALENEW           | Int           | %MW400    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | AUXILIO                 | Bool          | %Q6.1     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | MARCA CALEFACTOR        | Bool          | %Q6.2     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | MARCA VENTILADOR        | Bool          | %Q6.3     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | P COCINA HMI            | Bool          | %M6.5     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | P CUARTO HMI            | Bool          | %M6.6     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | TIME 1                  | Time          | %MD450    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | HOME                    | Bool          | %M6.7     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | P JARDIN HMI            | Bool          | %M7.0     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | P FAMILIA EN CASA HMI   | Bool          | %M7.1     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | P FAMILIA OUT HMI       | Bool          | %M7.2     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | M41 AP CUARTO           | Bool          | %Q6.0     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | M42 AP SALA             | Bool          | %Q9.0     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | M43 AP JARDIN           | Bool          | %Q9.1     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | M44                     | Bool          | %Q9.2     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | M45                     | Bool          | %Q9.3     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | M46                     | Bool          | %Q9.4     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | M47                     | Bool          | %Q9.5     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |

|  | Nombre            | Tipo de datos | Dirección | Remanencia | Accesible desde HMI/OPC UA | Escribible desde HMI/OPC UA | Visible en HMI Engineering | Supervisión | Comentario |
|--|-------------------|---------------|-----------|------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|-------------|------------|
|  | M48               | Bool          | %Q9.6     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | M49               | Bool          | %Q9.7     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | M50               | Bool          | %Q10.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | M51               | Bool          | %Q10.1    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | MARCA INICIO      | Bool          | %Q10.2    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | P OFF COCINA HMI  | Bool          | %M7.3     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | P OFF SALA HMI1   | Bool          | %M10.1    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | P OFF CUARTO HMI  | Bool          | %M7.5     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | P OFF JARDIN HMI  | Bool          | %M7.6     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | MODO HMI          | Bool          | %M7.7     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | C2                | Word          | %MW500    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | INICIO            | Bool          | %M20.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | P SALA HMI        | Bool          | %M10.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | ING T ESP PF      | Time          | %MD550    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | ING T ESP CLAVE   | Time          | %MD600    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | TIME 2            | Time          | %MD800    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | MARCA AUX         | Bool          | %M12.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | C3                | Word          | %MW700    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | MARCA AUX 2       | Bool          | %M12.5    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | MAR 3             | Bool          | %M12.6    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | MAR 4             | Bool          | %M12.7    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | FOCO COCINA SI    | Bool          | %Q8.4     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | STEREO SI         | Bool          | %Q8.1     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | FOCO JARDIN SI    | Bool          | %Q8.0     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | FOCO SALA SI      | Bool          | %Q8.5     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | FOCO CUARTO SI    | Bool          | %Q8.6     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | SISTEMA BLOQUEADO | Bool          | %Q8.7     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | SISTEMA ACTIVO    | Bool          | %Q8.3     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | MARCA SIRENS      | Bool          | %Q45.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | IN                | Bool          | %M40.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |

# PROYECTO\_FINAL\_DE TITULACION / SLAVE\_2\_PLC [CPU 1212C AC/DC/Rly] / Bloques de programa

## PLC 2 [OB1]

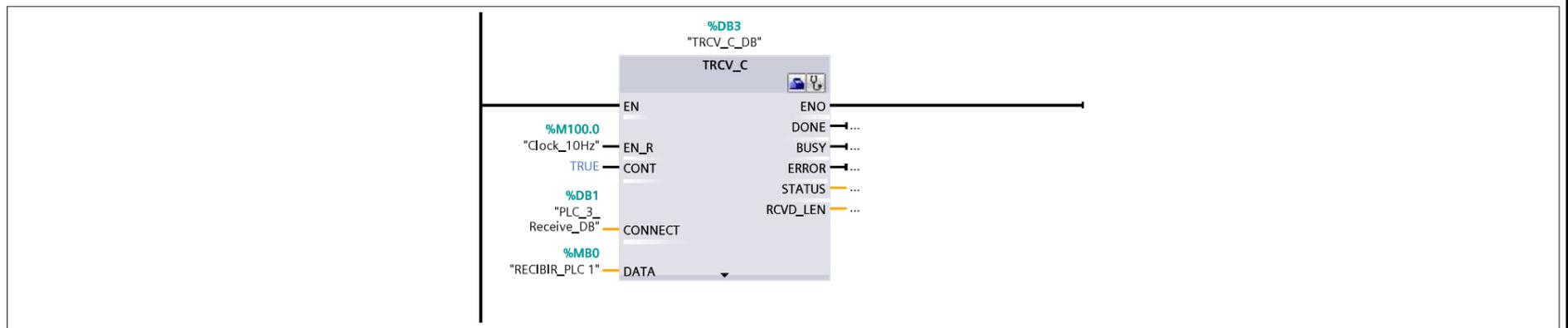
### PLC 2 Propiedades

| General     |                              |                  |   |            |    |         |     |
|-------------|------------------------------|------------------|---|------------|----|---------|-----|
| Nombre      | PLC 2                        | Número           | 1 | Tipo       | OB | Idioma  | KOP |
| Numeración  | Automático                   |                  |   |            |    |         |     |
| Información |                              |                  |   |            |    |         |     |
| Título      | "Main Program Sweep (Cycle)" | Autor            |   | Comentario |    | Familia |     |
| Versión     | 0.1                          | ID personalizada |   |            |    |         |     |

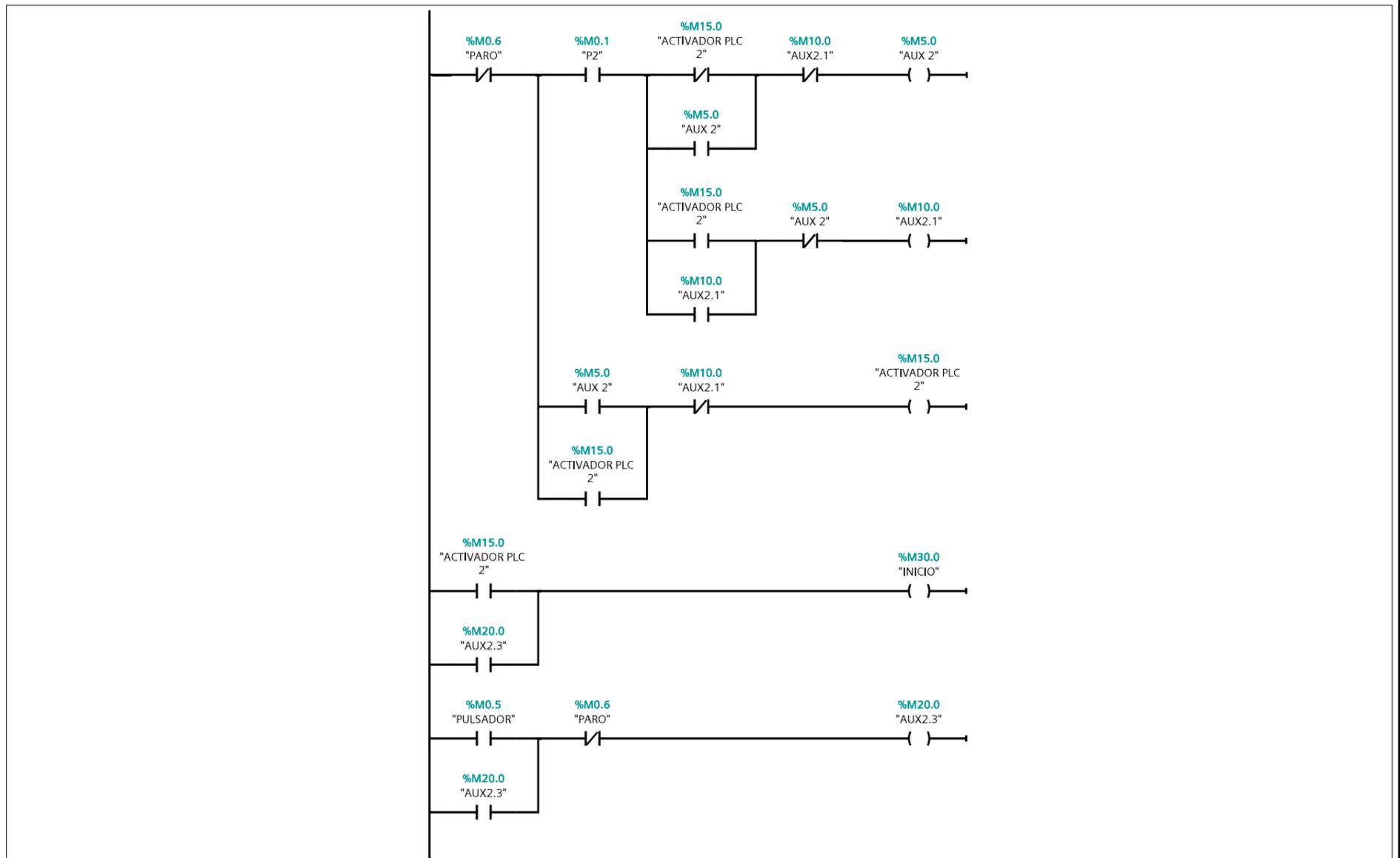
### PLC 2

| Nombre       | Tipo de datos | Valor predet. | Comentario                            |
|--------------|---------------|---------------|---------------------------------------|
| ▼ Input      |               |               |                                       |
| Initial_Call | Bool          |               | Initial call of this OB               |
| Remanence    | Bool          |               | =True, if remanent data are available |
| Temp         |               |               |                                       |
| Constant     |               |               |                                       |

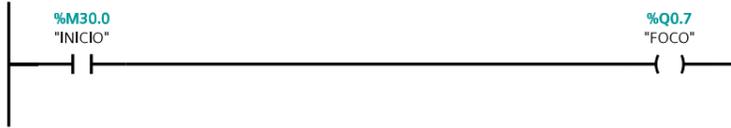
### Segmento 1:



### Segmento 2:

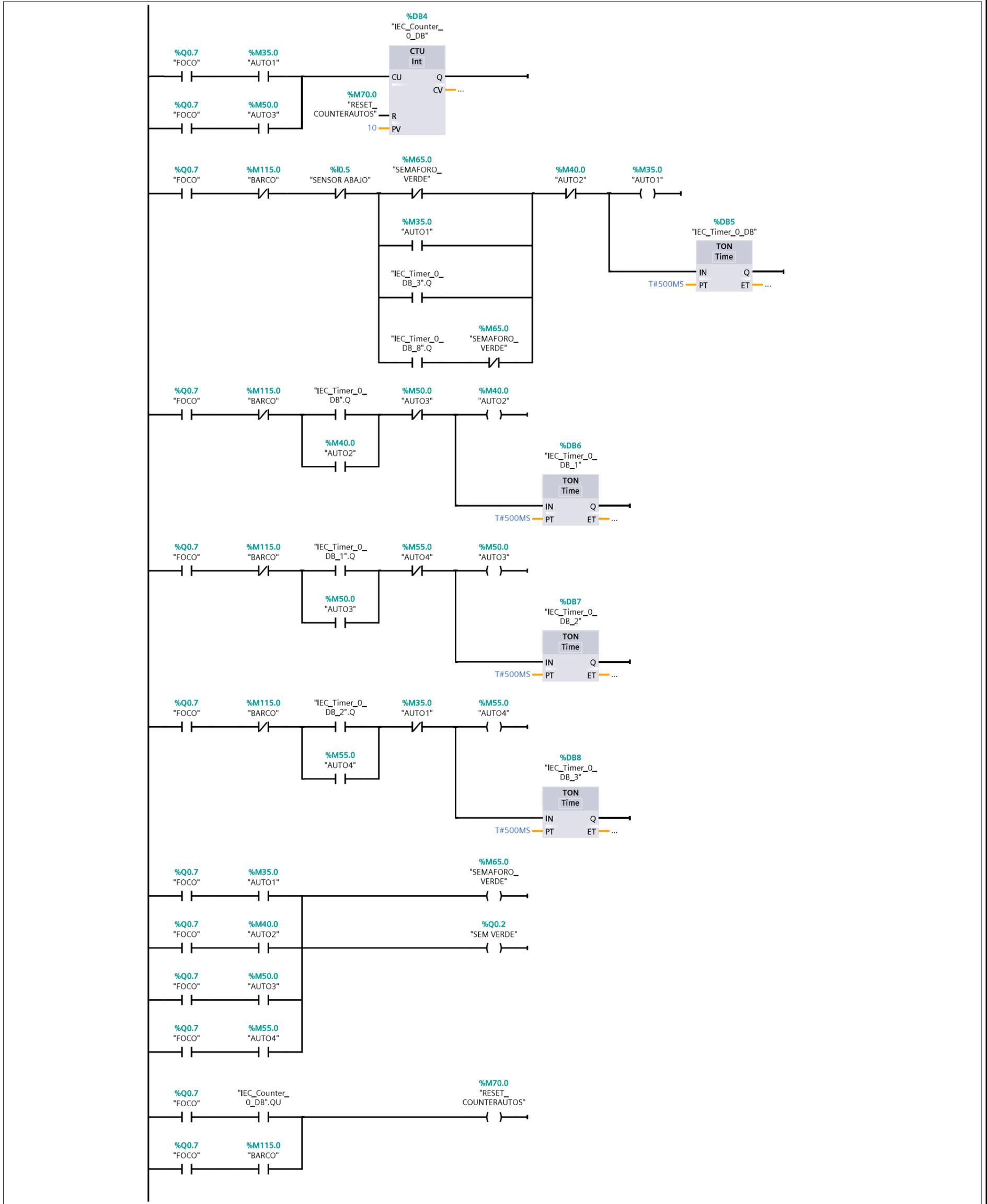


### Segmento 3:



Segmento 4:

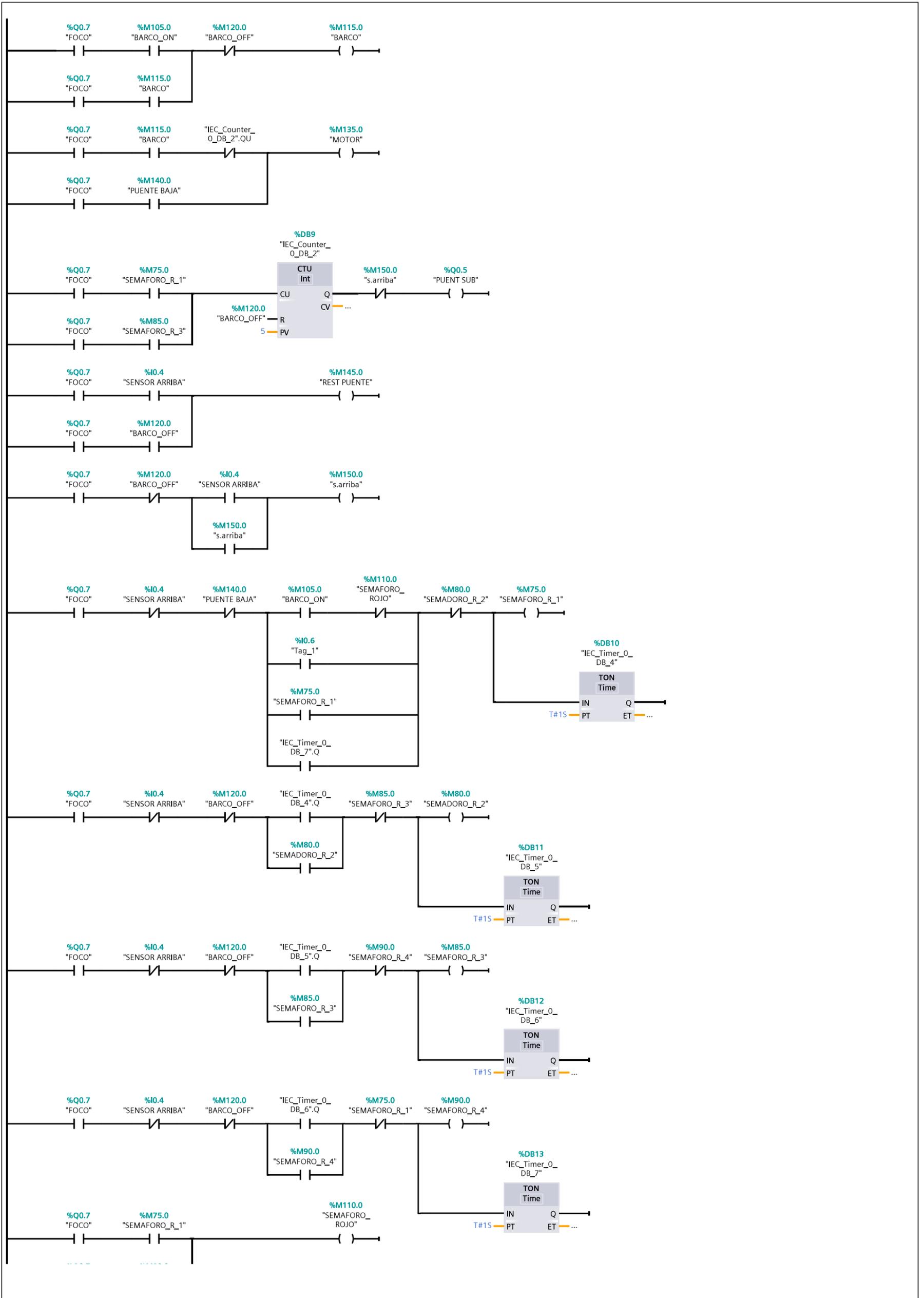
AUTOS Y SEMAFORO VERDE ANIMACION



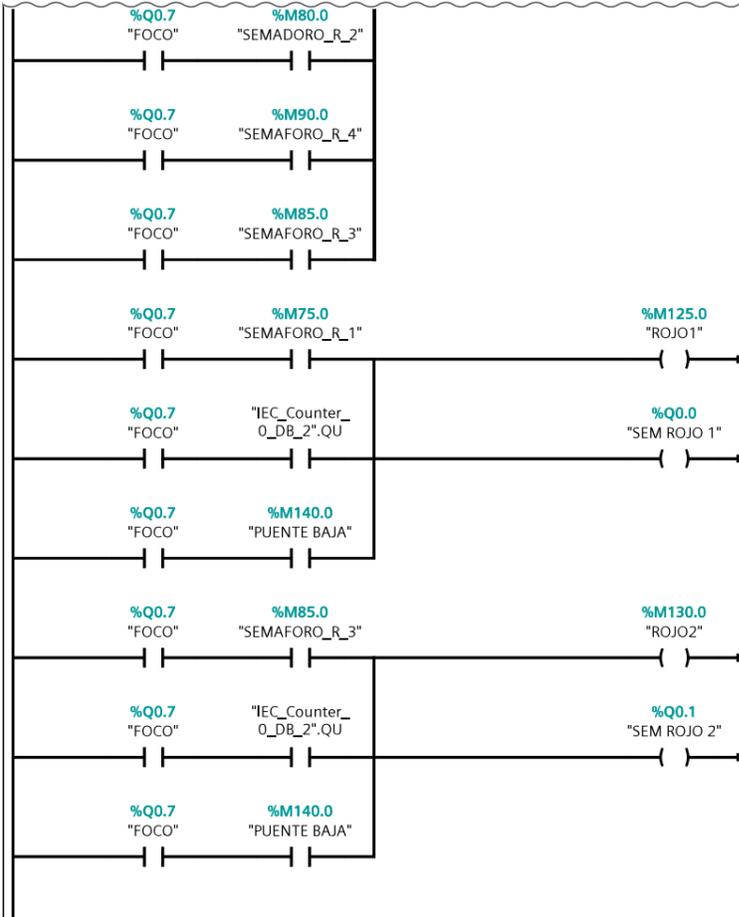
**Segmento 5:**

PUENTE BARCO Y SEMAFORO ROJO ANIMACION

Segmento 5: (1.1 / 2.1)

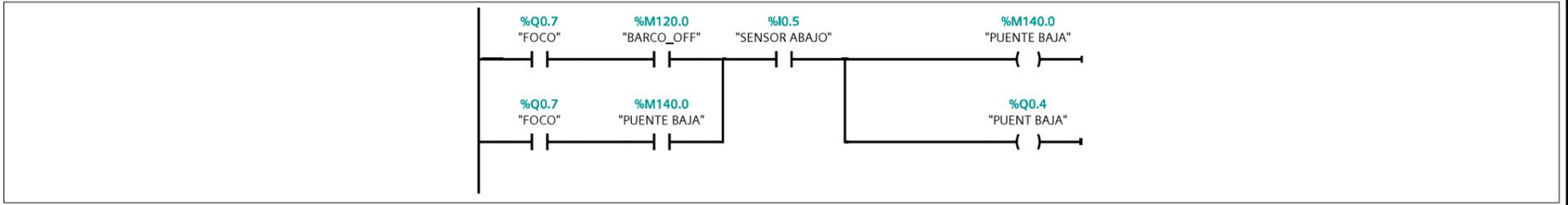


Segmento 5: (2.1 / 2.1)



**Segmento 6:**

PUENTE DESCENSO



**Segmento 7:**

SALIDAS



PROYECTO\_FINAL\_DE TITULACION / SLAVE\_2\_PLC [CPU 1212C AC/DC/Rly] / Variables PLC

Tabla de variables estándar [76]

| Variables PLC |                    |               |           |            |                            |                             |                            |             |            |
|---------------|--------------------|---------------|-----------|------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|-------------|------------|
|               | Nombre             | Tipo de datos | Dirección | Remanencia | Accesible desde HMI/OPC UA | Escribible desde HMI/OPC UA | Visible en HMI Engineering | Supervisión | Comentario |
|               | Clock_Byte         | Byte          | %MB100    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | Clock_10Hz         | Bool          | %M100.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | Clock_5Hz          | Bool          | %M100.1   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | Clock_2.5Hz        | Bool          | %M100.2   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | Clock_2Hz          | Bool          | %M100.3   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | Clock_1.25Hz       | Bool          | %M100.4   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | Clock_1Hz          | Bool          | %M100.5   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | Clock_0.625Hz      | Bool          | %M100.6   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | Clock_0.5Hz        | Bool          | %M100.7   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | RECIBIR_PLC 1      | Byte          | %M80      | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | PARO               | Bool          | %M0.6     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | P2                 | Bool          | %M0.1     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | AUX 2              | Bool          | %M5.0     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | AUX2.1             | Bool          | %M10.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | ACTIVADOR PLC 2    | Bool          | %M15.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | AUX2.3             | Bool          | %M20.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | FOCO               | Bool          | %Q0.7     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | PULSADOR           | Bool          | %M0.5     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | INICIO             | Bool          | %M30.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | AUTO1              | Bool          | %M35.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | AUTO2              | Bool          | %M40.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | ALTO               | Bool          | %M45.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | AUTO3              | Bool          | %M50.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | AUTO4              | Bool          | %M55.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | ACTIVADO           | Bool          | %M60.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | SEMAFORO_VERDE     | Bool          | %M65.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | RESET_COUNTERAUTOS | Bool          | %M70.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | SEMAFORO_R_1       | Bool          | %M75.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | SEMADORO_R_2       | Bool          | %M80.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | SEMAFORO_R_3       | Bool          | %M85.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | SEMAFORO_R_4       | Bool          | %M90.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | RESET_COUNTER SEMR | Bool          | %M95.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | BARCO_ON           | Bool          | %M105.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | SEMAFORO_ROJO      | Bool          | %M110.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | BARCO              | Bool          | %M115.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | BARCO_OFF          | Bool          | %M120.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | ROJO1              | Bool          | %M125.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | ROJO2              | Bool          | %M130.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | MOTOR              | Bool          | %M135.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | PUENTE BAJA        | Bool          | %M140.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | SEM ROJO 1         | Bool          | %Q0.0     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | SEM ROJO 2         | Bool          | %Q0.1     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | SEM VERDE          | Bool          | %Q0.2     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | PUENT BAJA         | Bool          | %Q0.4     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | PUENT SUB          | Bool          | %Q0.5     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | SENSOR ARRIBA      | Bool          | %I0.4     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | SENSOR ABAJO       | Bool          | %I0.5     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | REST PUENTE        | Bool          | %M145.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | Tag_1              | Bool          | %I0.6     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | s.arriba           | Bool          | %M150.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |

# PROYECTO\_FINAL\_DE TITULACION / SLAVE\_3\_PLC [CPU 1212C AC/DC/Rly] / Bloques de programa

## PLC 3 [OB1]

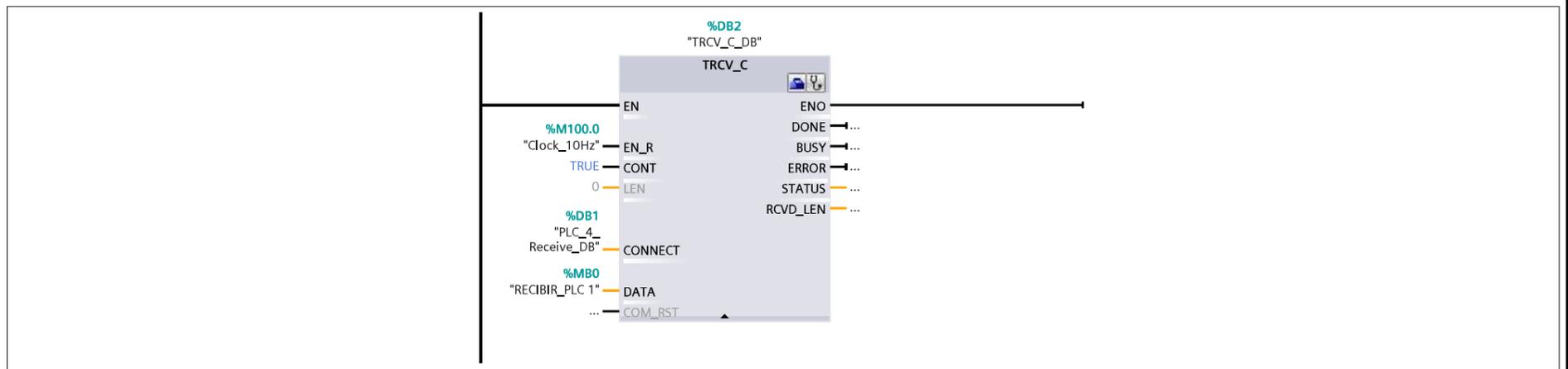
### PLC 3 Propiedades

| General     |                              |                  |   |            |    |         |     |
|-------------|------------------------------|------------------|---|------------|----|---------|-----|
| Nombre      | PLC 3                        | Número           | 1 | Tipo       | OB | Idioma  | KOP |
| Numeración  | Automático                   |                  |   |            |    |         |     |
| Información |                              |                  |   |            |    |         |     |
| Título      | "Main Program Sweep (Cycle)" | Autor            |   | Comentario |    | Familia |     |
| Versión     | 0.1                          | ID personalizada |   |            |    |         |     |

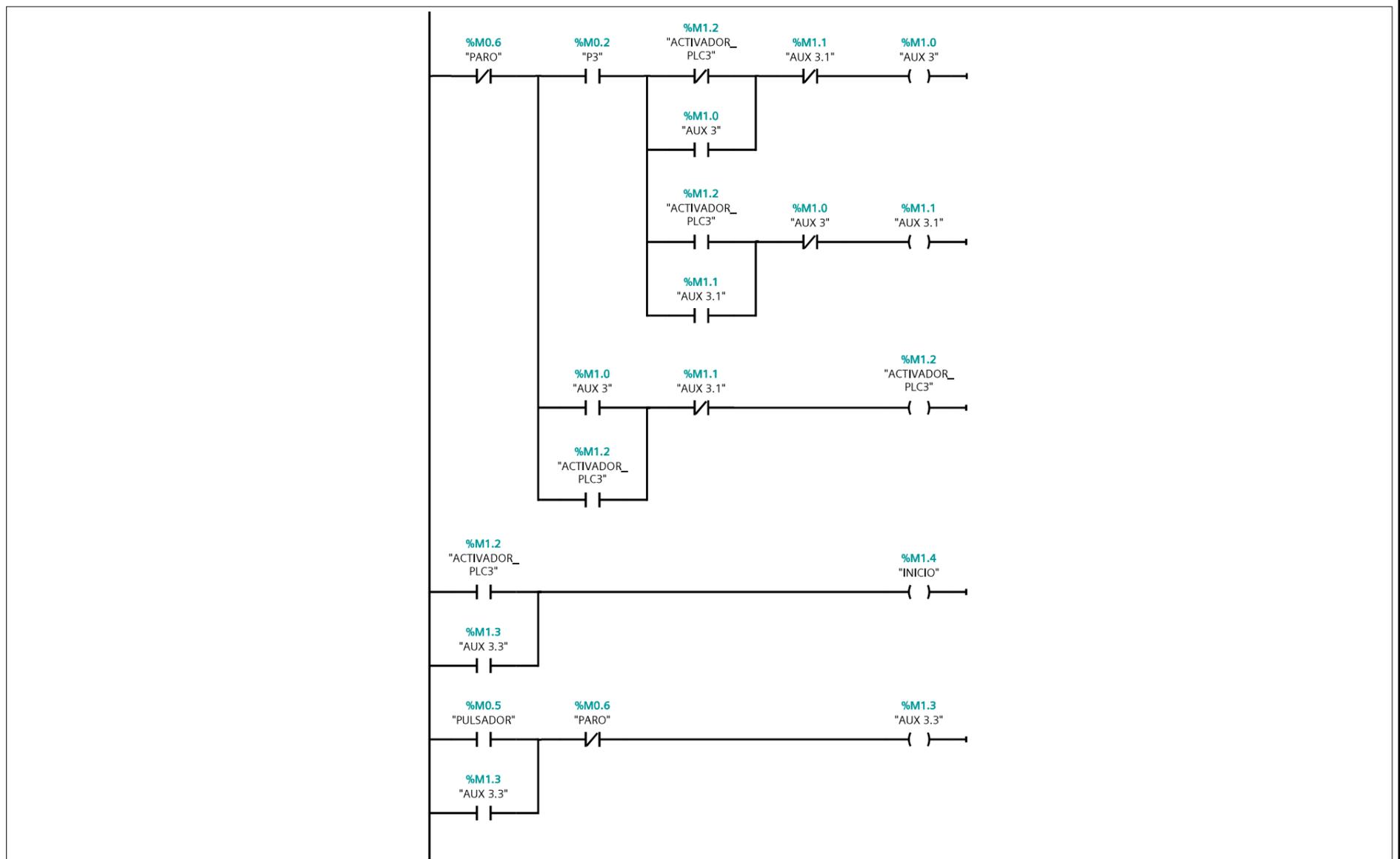
### PLC 3

| Nombre       | Tipo de datos | Valor predet. | Comentario                            |
|--------------|---------------|---------------|---------------------------------------|
| ▼ Input      |               |               |                                       |
| Initial_Call | Bool          |               | Initial call of this OB               |
| Remanence    | Bool          |               | =True, if remanent data are available |
| Temp         |               |               |                                       |
| Constant     |               |               |                                       |

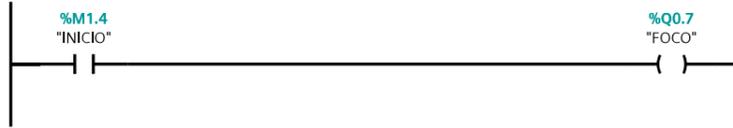
### Segmento 1:



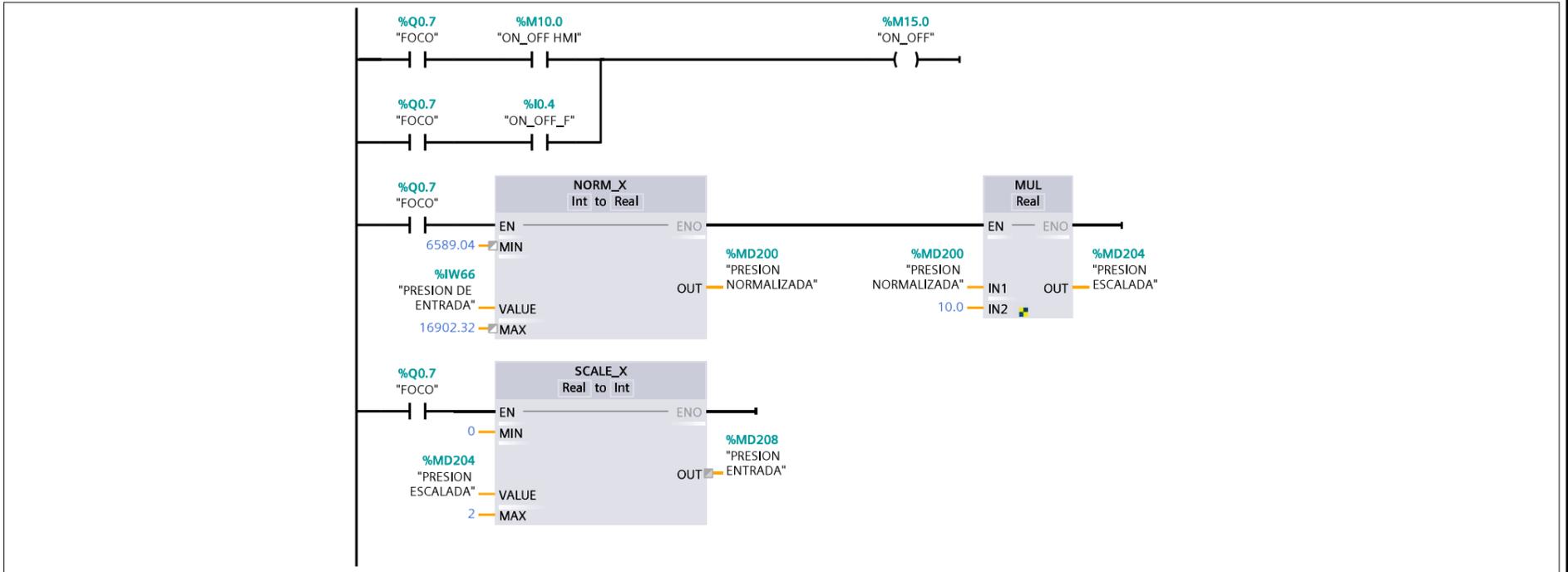
### Segmento 2:



### Segmento 3:

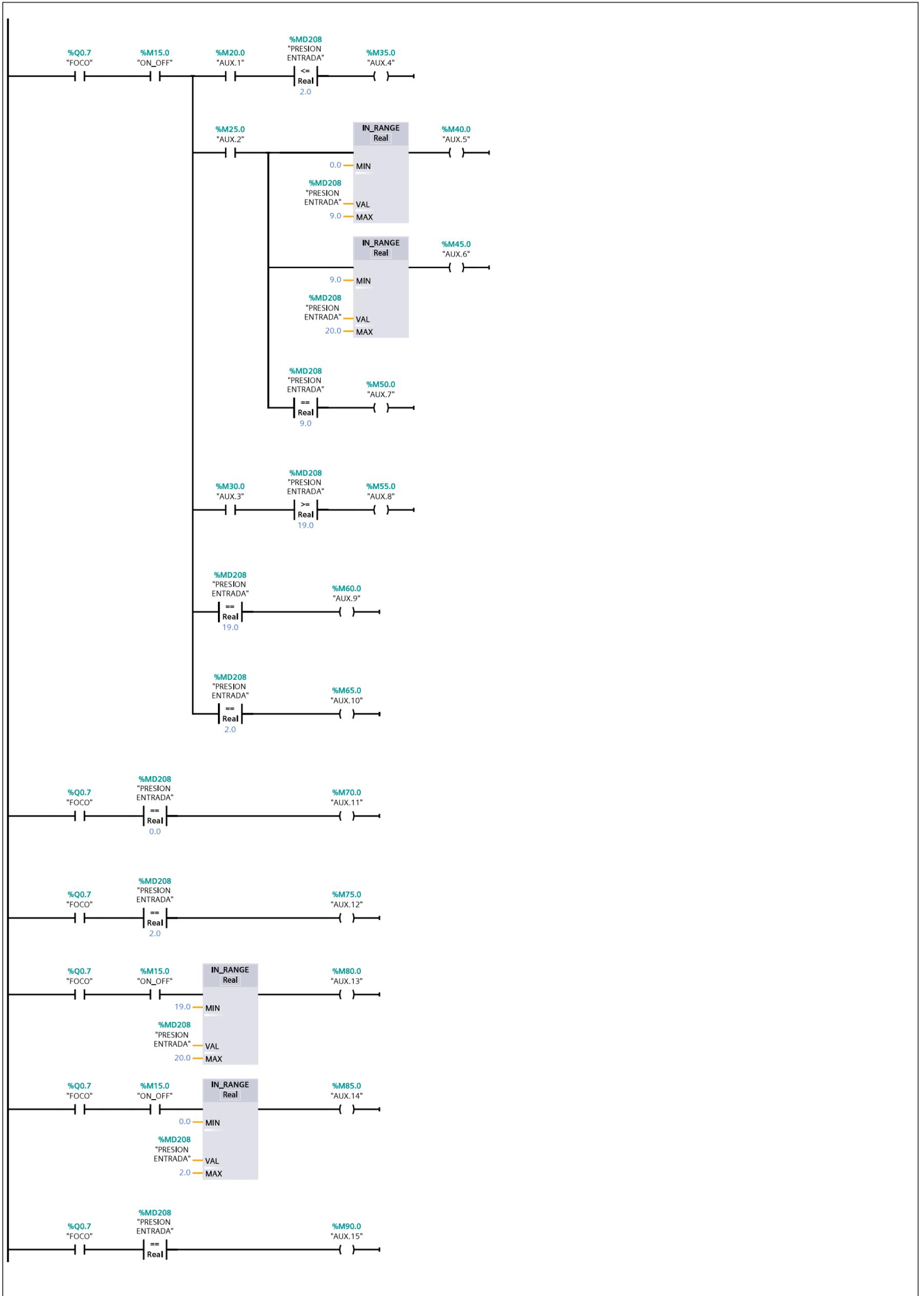


Segmento 4:

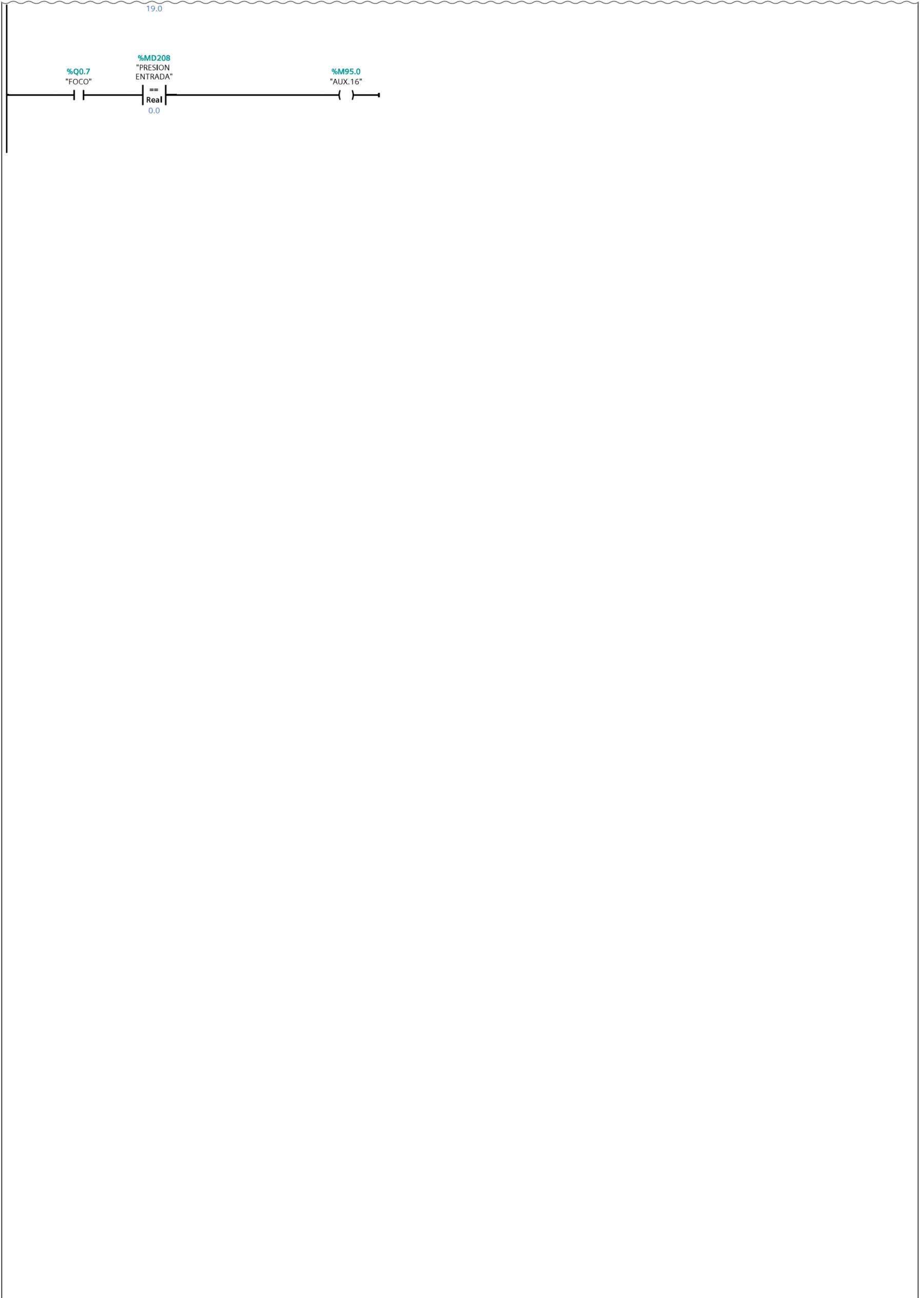


Segmento 5:

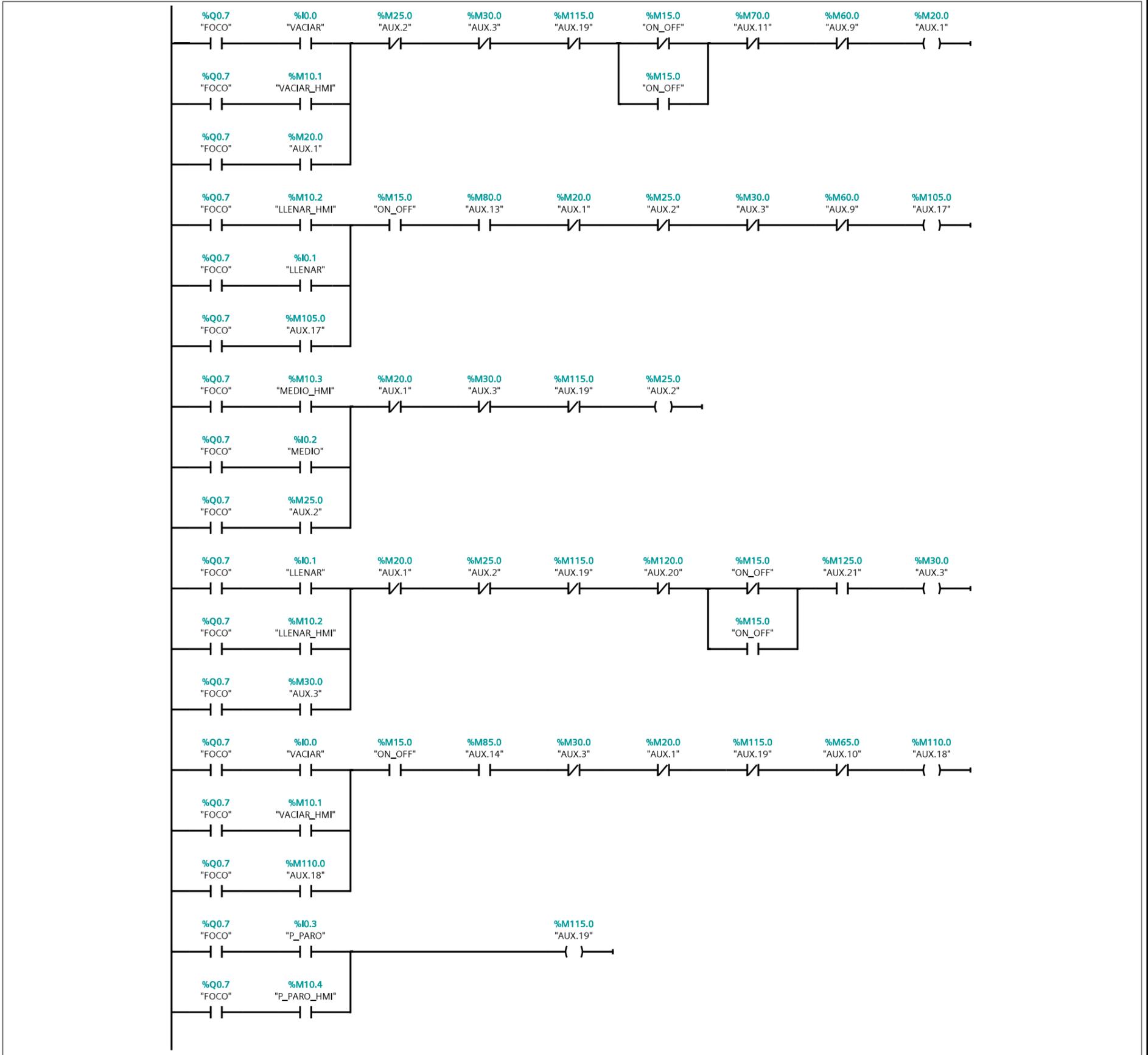
Segmento 5: (1.1 / 2.1)



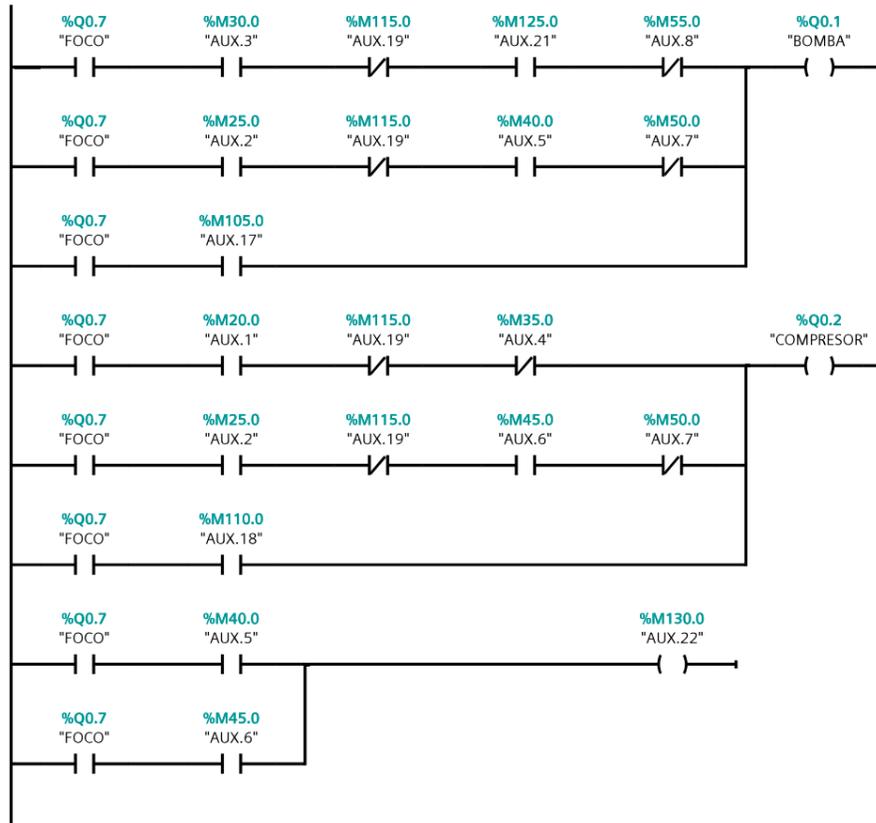
Segmento 5: (2.1 / 2.1)



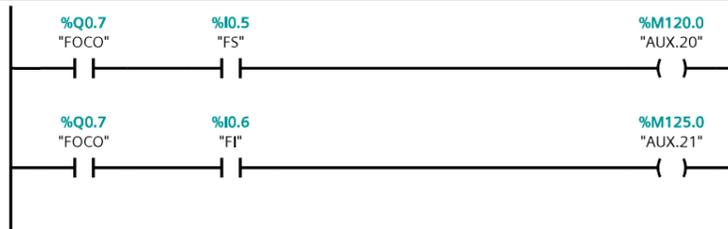
Segmento 6:



Segmento 7:



Segmento 8:



PROYECTO\_FINAL\_DE TITULACION / SLAVE\_3\_PLC [CPU 1212C AC/DC/Rly] / Variables PLC

Tabla de variables estándar [94]

| Variables PLC |                     |               |           |            |                            |                             |                            |             |            |
|---------------|---------------------|---------------|-----------|------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|-------------|------------|
|               | Nombre              | Tipo de datos | Dirección | Remanencia | Accesible desde HMI/OPC UA | Escribible desde HMI/OPC UA | Visible en HMI Engineering | Supervisión | Comentario |
|               | Clock_Byte          | Byte          | %MB100    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | Clock_10Hz          | Bool          | %M100.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | Clock_5Hz           | Bool          | %M100.1   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | Clock_2.5Hz         | Bool          | %M100.2   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | Clock_2Hz           | Bool          | %M100.3   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | Clock_1.25Hz        | Bool          | %M100.4   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | Clock_1Hz           | Bool          | %M100.5   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | Clock_0.625Hz       | Bool          | %M100.6   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | Clock_0.5Hz         | Bool          | %M100.7   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | RECIBIR_PLC 1       | Byte          | %MB0      | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | PARO                | Bool          | %M0.6     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | P3                  | Bool          | %M0.2     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | AUX 3               | Bool          | %M1.0     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | AUX 3.1             | Bool          | %M1.1     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | ACTIVADOR_PLC3      | Bool          | %M1.2     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | AUX 3.3             | Bool          | %M1.3     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | PULSADOR            | Bool          | %M0.5     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | INICIO              | Bool          | %M1.4     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | ON_OFF_F            | Bool          | %I0.4     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | ON_OFF HMI          | Bool          | %M10.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | PRESION DE ENTRADA  | Word          | %IW66     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | PRESION NORMALIZADA | DWord         | %MD200    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | PRESION ESCALADA    | DWord         | %MD204    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | PRESION ENTRADA     | DWord         | %MD208    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | ON_OFF              | Bool          | %M15.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | AUX.1               | Bool          | %M20.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | AUX.2               | Bool          | %M25.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | AUX.3               | Bool          | %M30.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | AUX.4               | Bool          | %M35.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | AUX.5               | Bool          | %M40.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | AUX.6               | Bool          | %M45.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | AUX.7               | Bool          | %M50.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | AUX.8               | Bool          | %M55.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | AUX.9               | Bool          | %M60.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | AUX.10              | Bool          | %M65.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | AUX.11              | Bool          | %M70.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | AUX.12              | Bool          | %M75.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | AUX.13              | Bool          | %M80.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | AUX.14              | Bool          | %M85.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | AUX.15              | Bool          | %M90.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | AUX.16              | Bool          | %M95.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | AUX.17              | Bool          | %M105.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | AUX.18              | Bool          | %M110.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | AUX.19              | Bool          | %M115.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | AUX.20              | Bool          | %M120.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | AUX.21              | Bool          | %M125.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | AUX.22              | Bool          | %M130.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | AUX.23              | Bool          | %M135.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | AUX.24              | Bool          | %M140.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | AUX.25              | Bool          | %M145.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | AUX.26              | Bool          | %M150.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | AUX.27              | Bool          | %M155.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | AUX.28              | Bool          | %M160.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | AUX.29              | Bool          | %M165.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | AUX.30              | Bool          | %M170.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | VACIAR              | Bool          | %I0.0     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |

|   | Nombre     | Tipo de datos | Dirección | Remanencia | Accesible desde HMI/OPC UA | Escribible desde HMI/OPC UA | Visible en HMI Engineering | Supervisión | Comentario |
|---|------------|---------------|-----------|------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|-------------|------------|
|  | LLENAR     | Bool          | %I0.1     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | MEDIO      | Bool          | %I0.2     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | P_PARO     | Bool          | %I0.3     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | VACIAR_HMI | Bool          | %M10.1    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | LLENAR_HMI | Bool          | %M10.2    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | MEDIO_HMI  | Bool          | %M10.3    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | P_PARO_HMI | Bool          | %M10.4    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | FS         | Bool          | %I0.5     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | FI         | Bool          | %I0.6     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | BOMBA      | Bool          | %Q0.1     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | COMPRESOR  | Bool          | %Q0.2     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | FOCO       | Bool          | %Q0.7     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |

## PROYECTO\_FINAL\_DE TITULACION / SLAVE\_4\_PLC [CPU 1212C AC/DC/Rly] / Bloques de programa

### PLC 4 [OB1]

#### PLC 4 Propiedades

##### General

|            |            |        |   |      |    |        |     |
|------------|------------|--------|---|------|----|--------|-----|
| Nombre     | PLC 4      | Número | 1 | Tipo | OB | Idioma | KOP |
| Numeración | Automático |        |   |      |    |        |     |

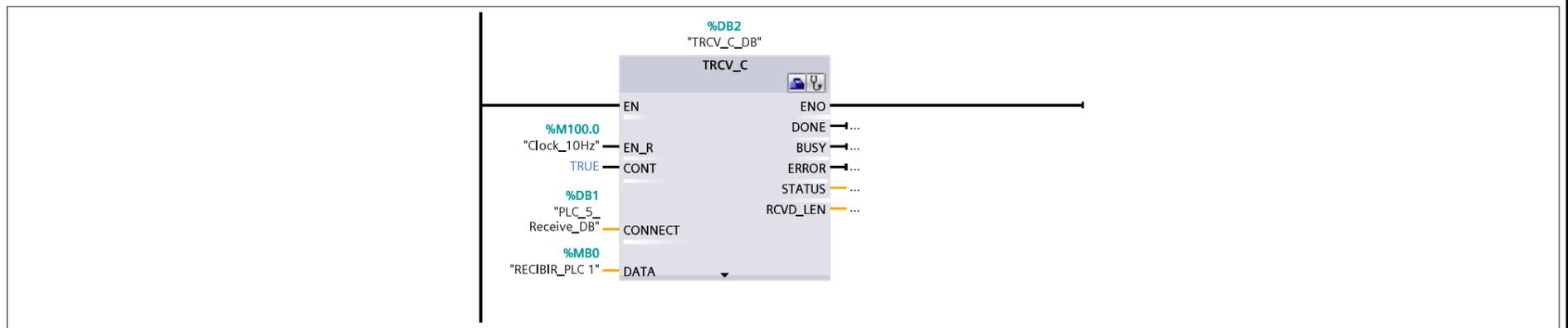
##### Información

|         |                              |                  |  |            |  |         |  |
|---------|------------------------------|------------------|--|------------|--|---------|--|
| Título  | "Main Program Sweep (Cycle)" | Autor            |  | Comentario |  | Familia |  |
| Versión | 0.1                          | ID personalizada |  |            |  |         |  |

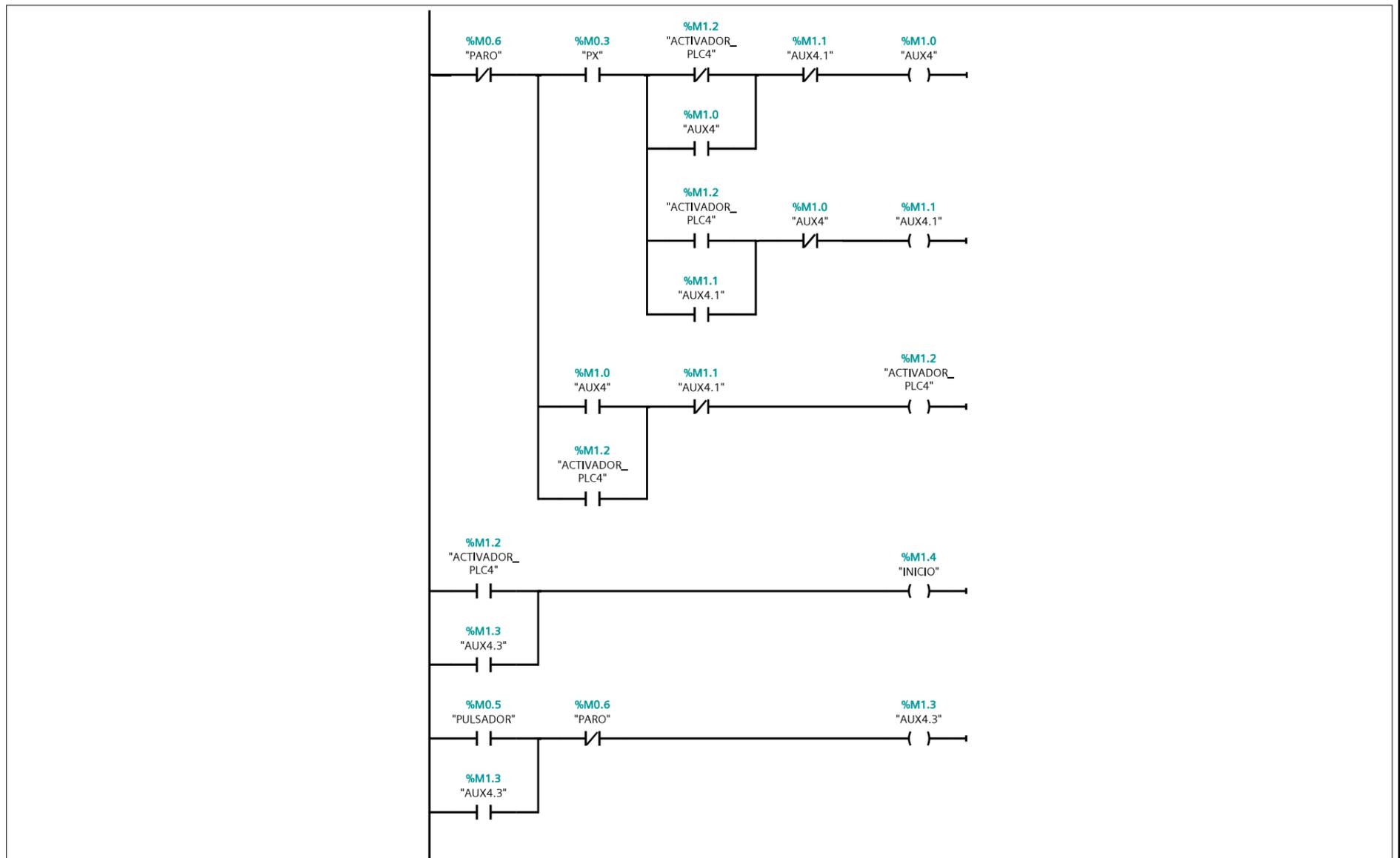
#### PLC 4

| Nombre       | Tipo de datos | Valor predet. | Comentario                            |
|--------------|---------------|---------------|---------------------------------------|
| ▼ Input      |               |               |                                       |
| Initial_Call | Bool          |               | Initial call of this OB               |
| Remanence    | Bool          |               | =True, if remanent data are available |
| Temp         |               |               |                                       |
| Constant     |               |               |                                       |

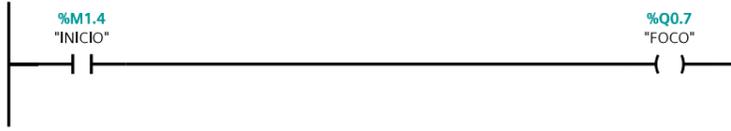
#### Segmento 1:



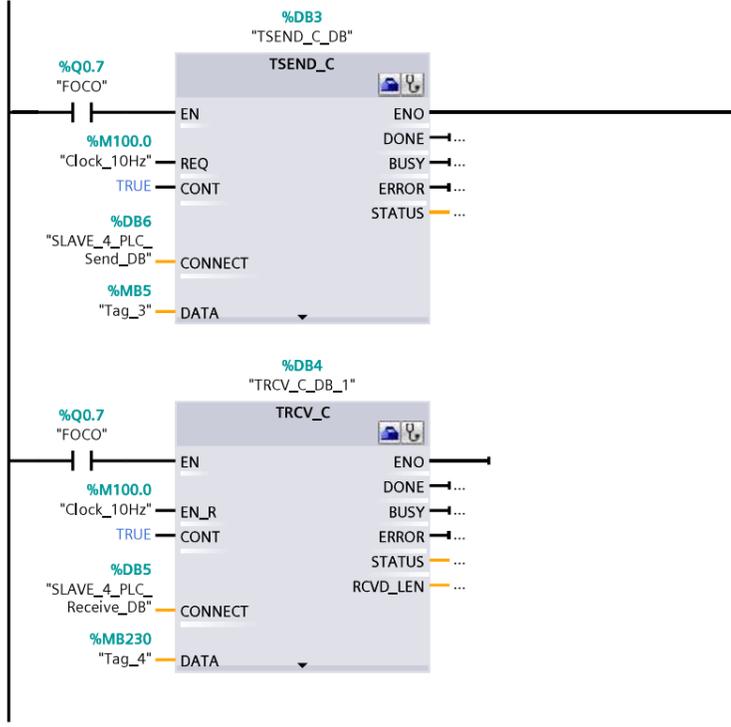
#### Segmento 2:



#### Segmento 3:

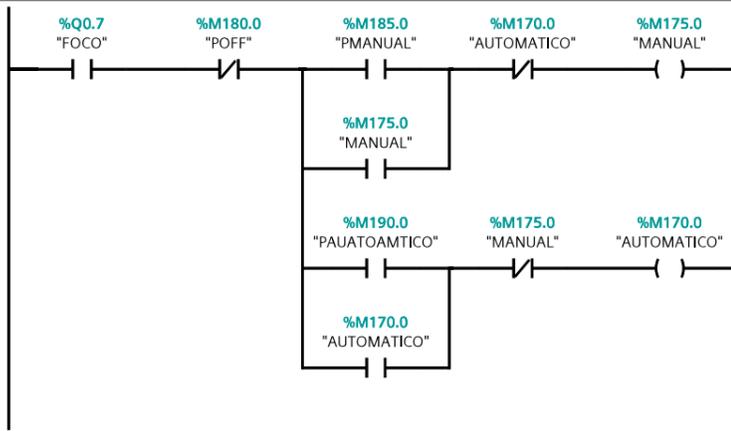


Segmento 4:



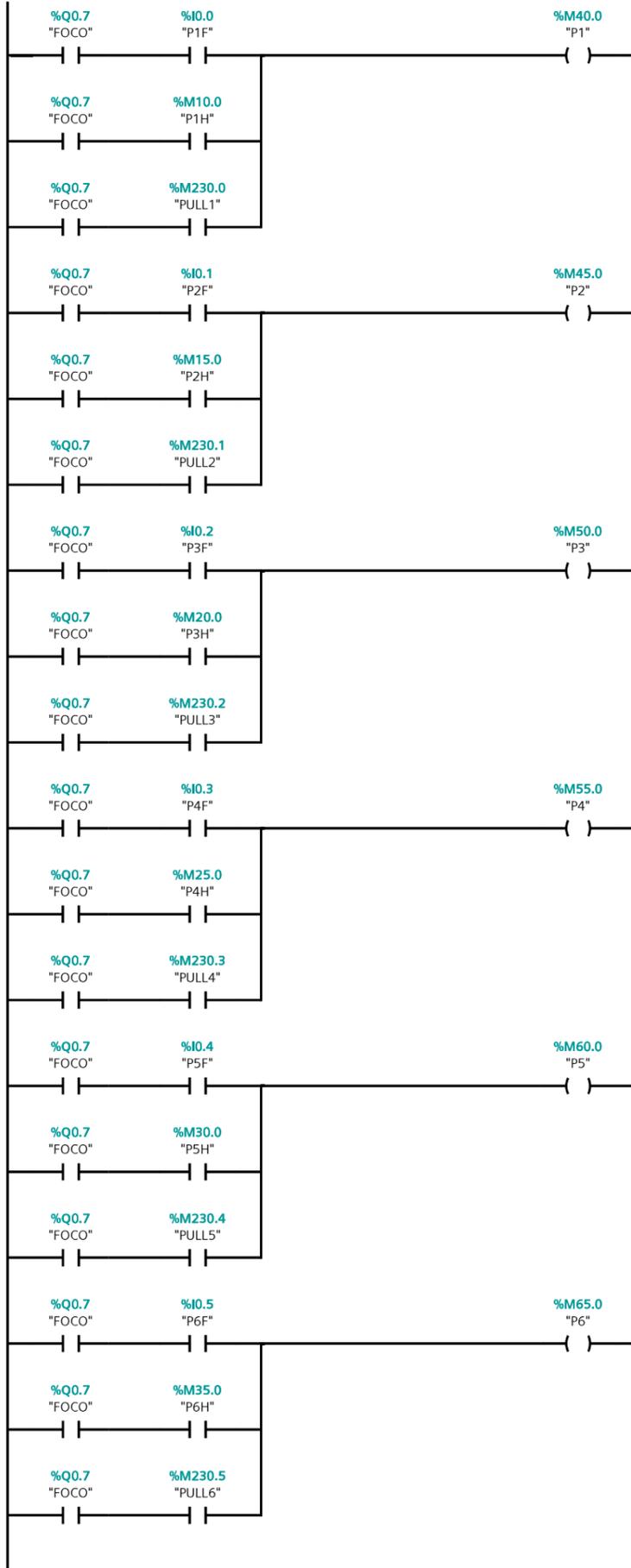
Segmento 5:

MANUAL Y AUTOMATICO SELECCION



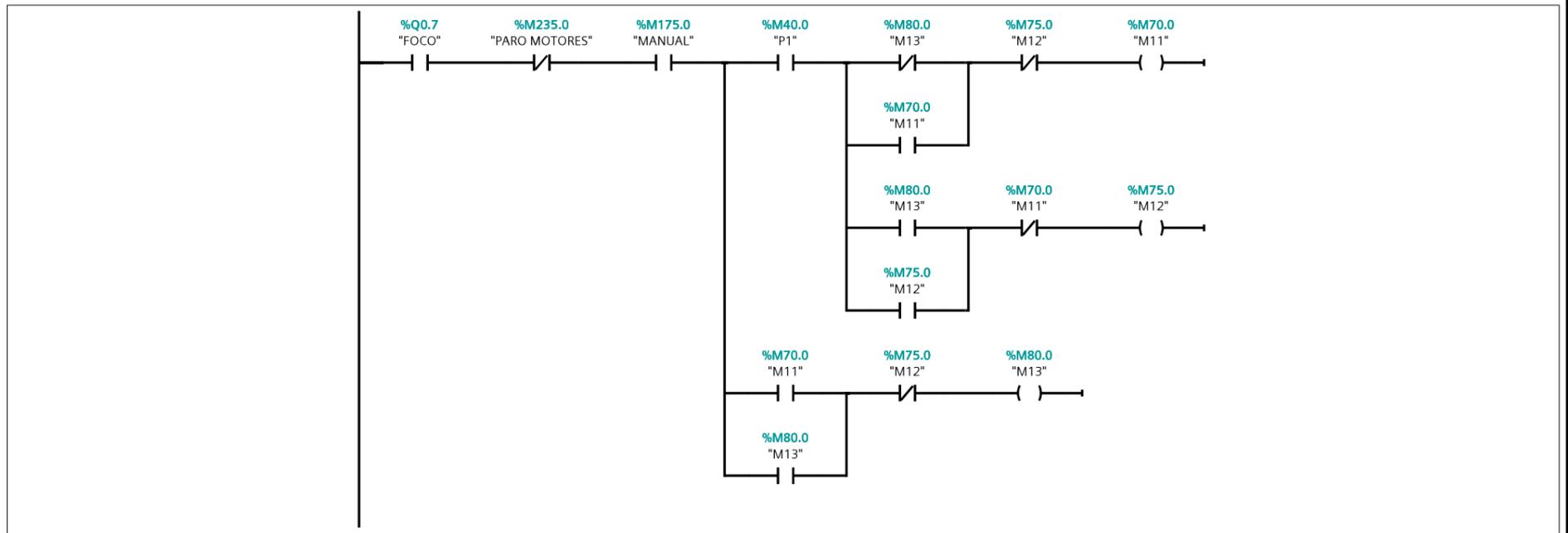
Segmento 6:

BOTONES FISICOS Y HMI



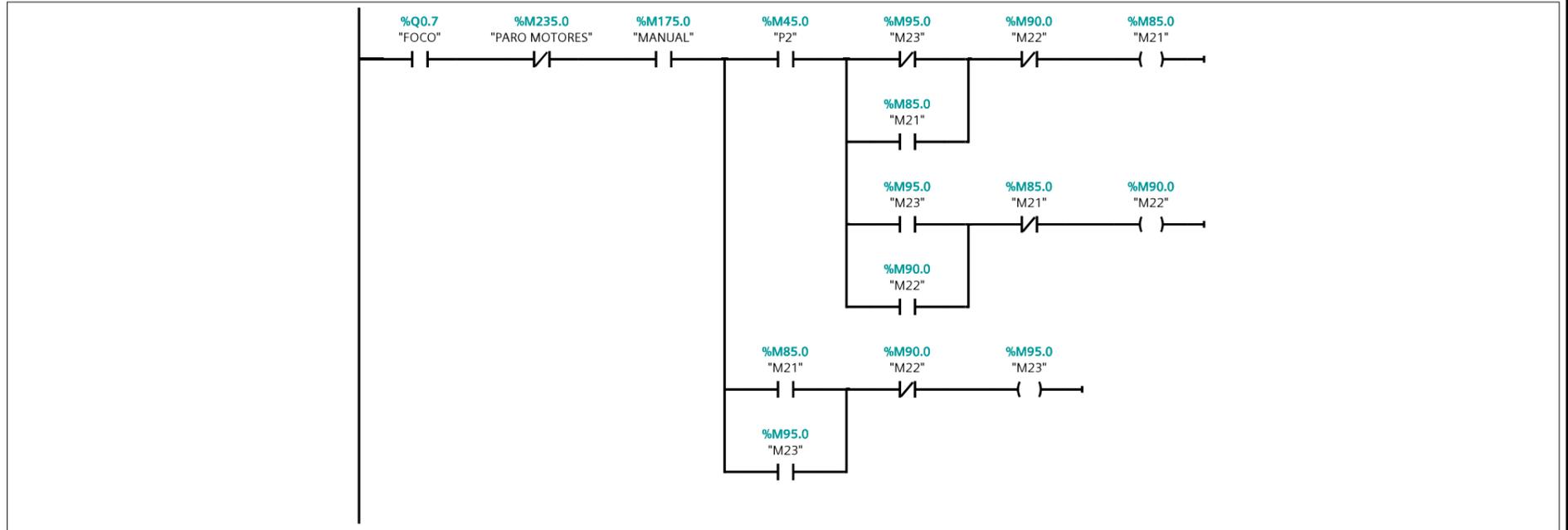
Segmento 7:

MANDO MOTOR 1



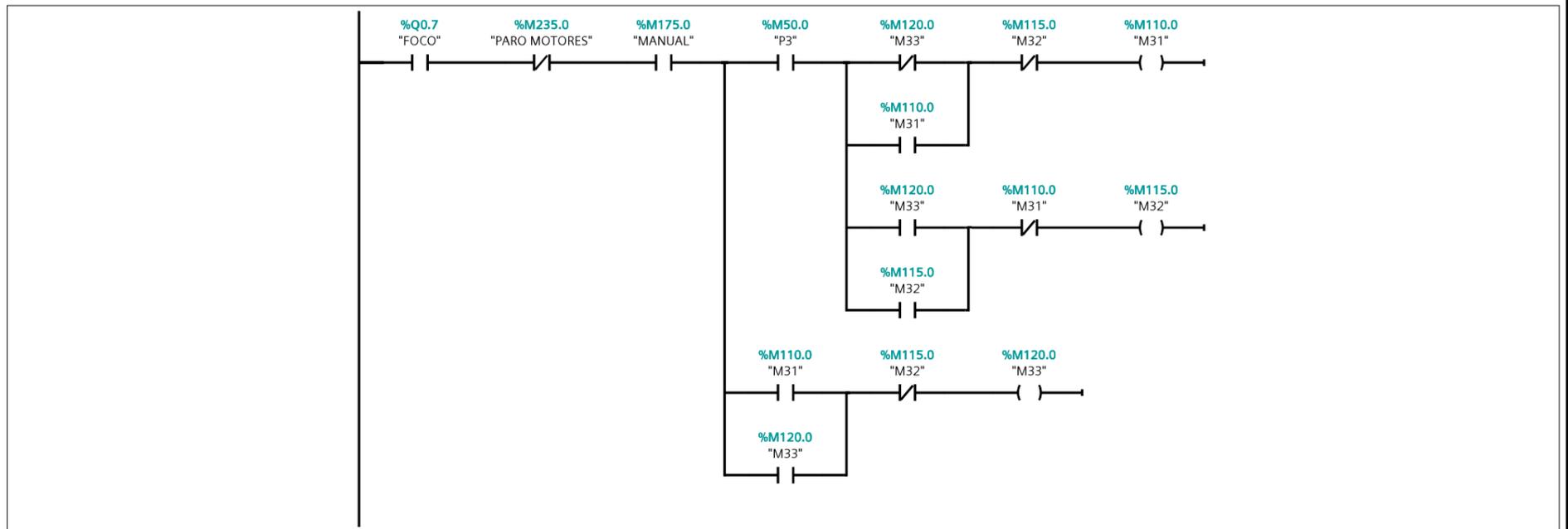
**Segmento 8:**

MANDO MOTOR 2



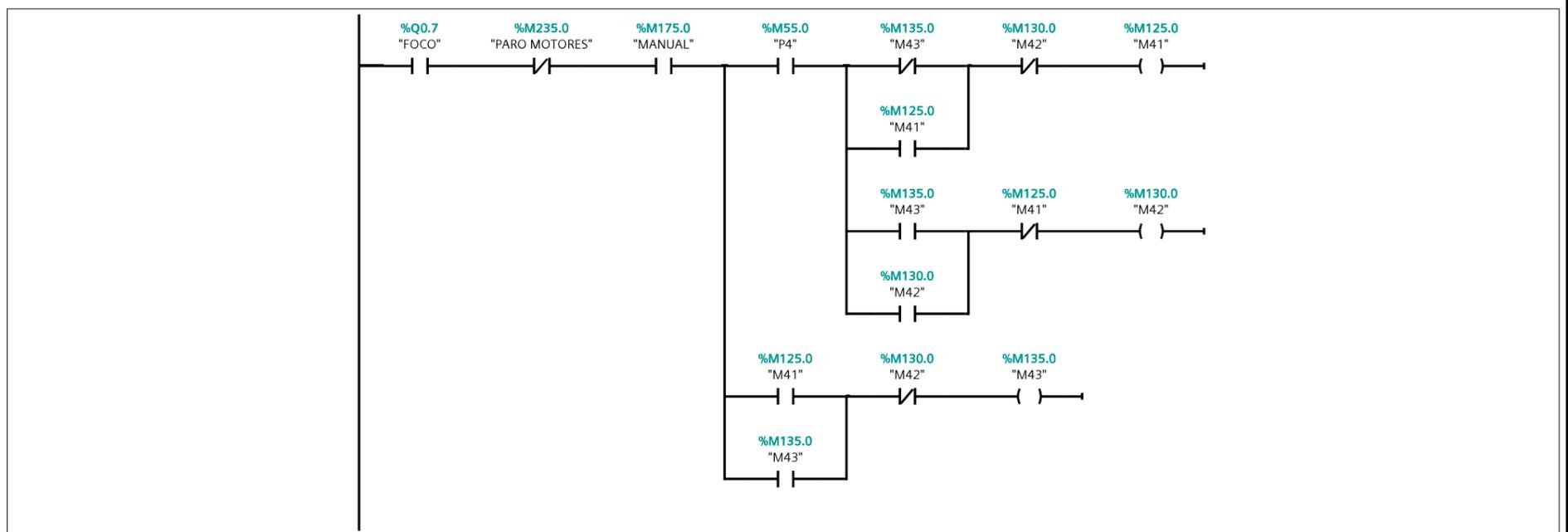
**Segmento 9:**

MANDO MOTOR 3



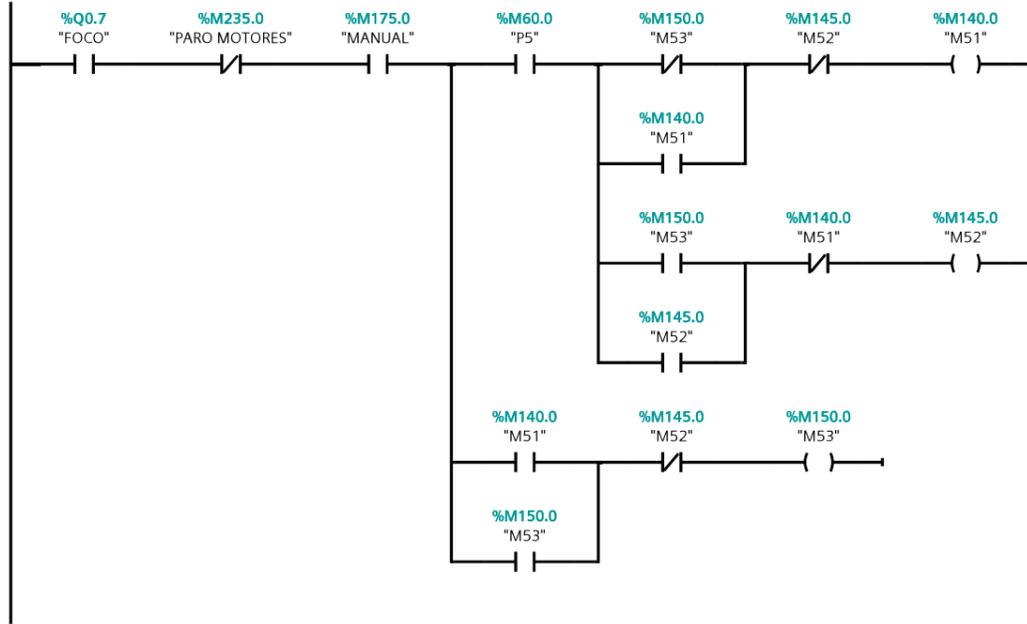
**Segmento 10:**

MANDO MOTOR 4



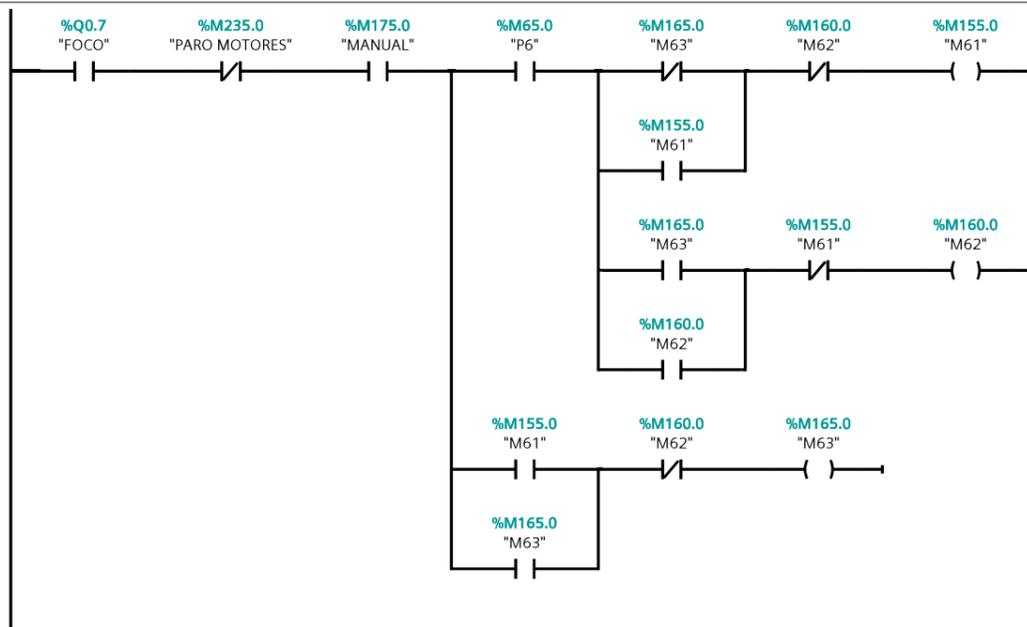
**Segmento 11:**

MANDO MOTOR 5



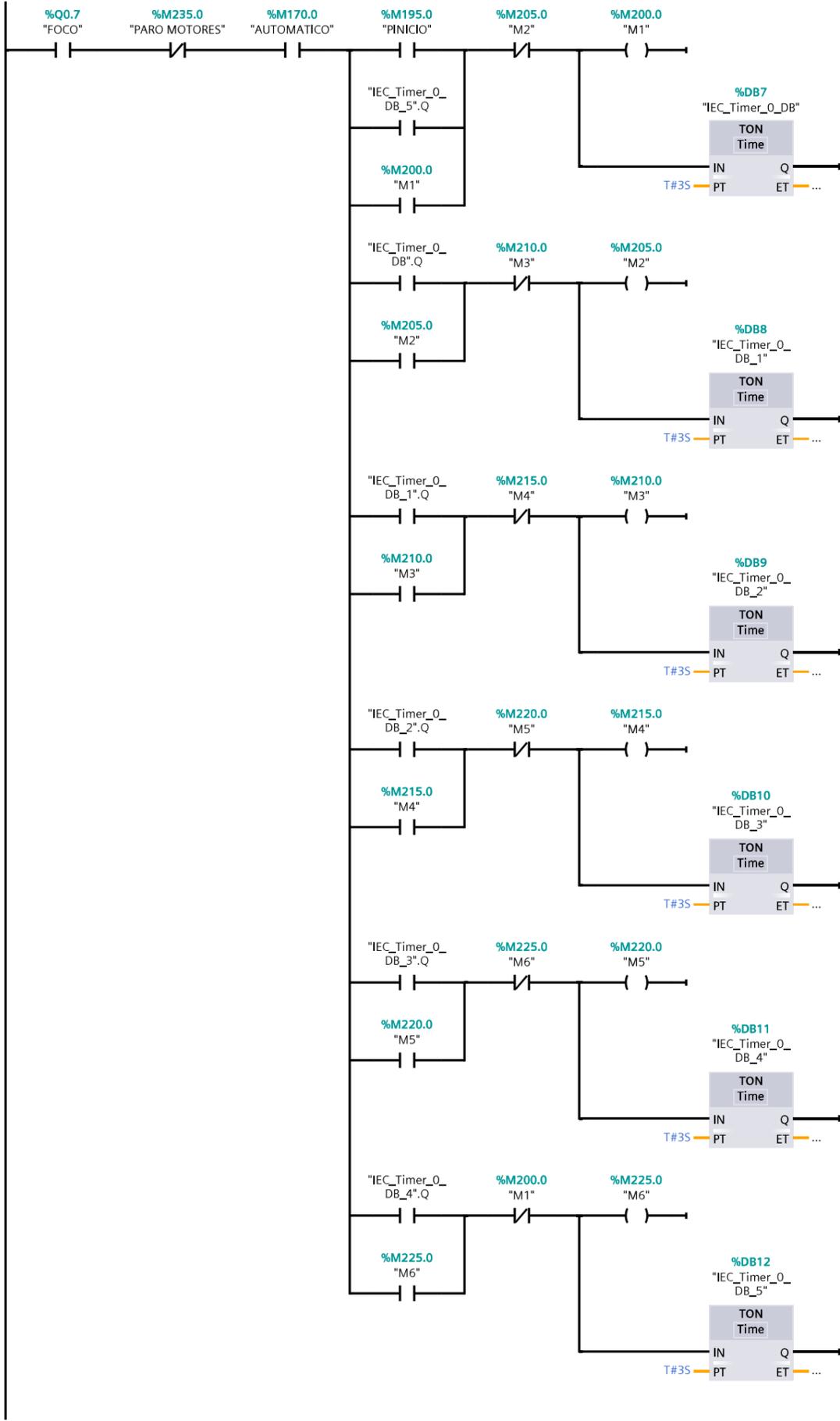
**Segmento 12:**

MANDO MOTOR 6

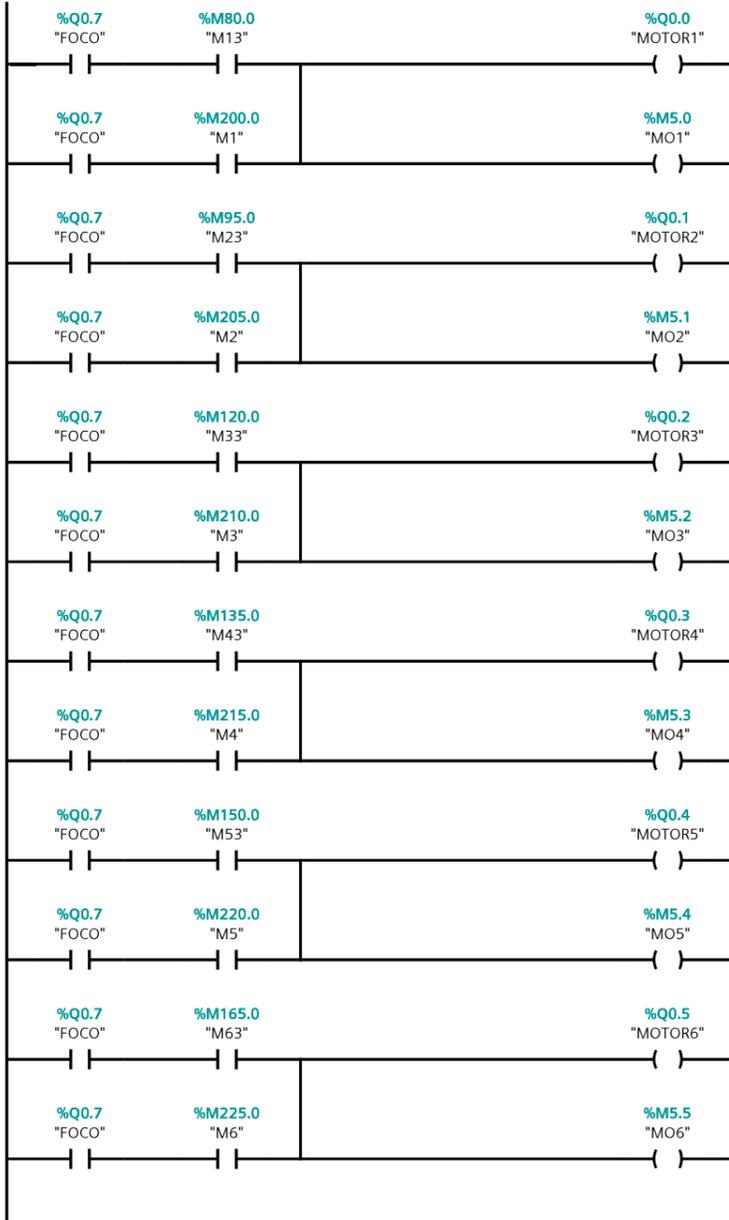


**Segmento 13:**

AUTOMATICO



Segmento 14:



## PROYECTO\_FINAL\_DE TITULACION / SLAVE\_4\_PLC [CPU 1212C AC/DC/Rly] / Variables PLC

### Tabla de variables estándar [116]

| Variables PLC |                |               |           |            |                            |                             |                            |             |            |
|---------------|----------------|---------------|-----------|------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|-------------|------------|
|               | Nombre         | Tipo de datos | Dirección | Remanencia | Accesible desde HMI/OPC UA | Escribible desde HMI/OPC UA | Visible en HMI Engineering | Supervisión | Comentario |
|               | P1F            | Bool          | %I0.0     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | P2F            | Bool          | %I0.1     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | P3F            | Bool          | %I0.2     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | P4F            | Bool          | %I0.3     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | P5F            | Bool          | %I0.4     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | P6F            | Bool          | %I0.5     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | Tag_1          | Byte          | %IB0      | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | FOCO           | Bool          | %Q0.7     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | Tag_2          | Byte          | %QB0      | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | MOTOR1         | Bool          | %Q0.0     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | MOTOR2         | Bool          | %Q0.1     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | MOTOR3         | Bool          | %Q0.2     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | MOTOR4         | Bool          | %Q0.3     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | MOTOR5         | Bool          | %Q0.4     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | MOTOR6         | Bool          | %Q0.5     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | Clock_Byte     | Byte          | %MB100    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | Clock_10Hz     | Bool          | %M100.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | Clock_5Hz      | Bool          | %M100.1   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | Clock_2.5Hz    | Bool          | %M100.2   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | Clock_2Hz      | Bool          | %M100.3   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | Clock_1.25Hz   | Bool          | %M100.4   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | Clock_1Hz      | Bool          | %M100.5   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | Clock_0.625Hz  | Bool          | %M100.6   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | Clock_0.5Hz    | Bool          | %M100.7   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | RECIBIR_PLC 1  | Byte          | %MB0      | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | PARO           | Bool          | %M0.6     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | PX             | Bool          | %M0.3     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | AUX4           | Bool          | %M1.0     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | AUX4.1         | Bool          | %M1.1     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | ACTIVADOR_PLC4 | Bool          | %M1.2     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | AUX4.3         | Bool          | %M1.3     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | PULSADOR       | Bool          | %M0.5     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | INICIO         | Bool          | %M1.4     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | P1H            | Bool          | %M10.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | P2H            | Bool          | %M15.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | P3H            | Bool          | %M20.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | P4H            | Bool          | %M25.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | P5H            | Bool          | %M30.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | P6H            | Bool          | %M35.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | P1             | Bool          | %M40.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | P2             | Bool          | %M45.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | P3             | Bool          | %M50.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | P4             | Bool          | %M55.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | P5             | Bool          | %M60.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | P6             | Bool          | %M65.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | M11            | Bool          | %M70.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | M12            | Bool          | %M75.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | M13            | Bool          | %M80.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | M21            | Bool          | %M85.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | M22            | Bool          | %M90.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | M23            | Bool          | %M95.0    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | M31            | Bool          | %M110.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | M32            | Bool          | %M115.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | M33            | Bool          | %M120.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | M41            | Bool          | %M125.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | M42            | Bool          | %M130.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |

|  | Nombre       | Tipo de datos | Dirección | Remanencia | Accesible desde HMI/OPC UA | Escribible desde HMI/OPC UA | Visible en HMI Engineering | Supervisión | Comentario |
|--|--------------|---------------|-----------|------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|-------------|------------|
|  | M43          | Bool          | %M135.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | M51          | Bool          | %M140.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | M52          | Bool          | %M145.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | M53          | Bool          | %M150.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | M61          | Bool          | %M155.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | M62          | Bool          | %M160.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | M63          | Bool          | %M165.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | AUTOMATICO   | Bool          | %M170.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | MANUAL       | Bool          | %M175.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | POFF         | Bool          | %M180.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | PANUAL       | Bool          | %M185.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | PAUATOAMTICO | Bool          | %M190.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | PINICIO      | Bool          | %M195.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | M1           | Bool          | %M200.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | M2           | Bool          | %M205.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | M3           | Bool          | %M210.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | M4           | Bool          | %M215.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | M5           | Bool          | %M220.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | M6           | Bool          | %M225.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | Tag_3        | Byte          | %MB5      | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | MO1          | Bool          | %M5.0     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | MO2          | Bool          | %M5.1     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | MO3          | Bool          | %M5.2     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | MO4          | Bool          | %M5.3     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | MO5          | Bool          | %M5.4     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | MO6          | Bool          | %M5.5     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | PULL1        | Bool          | %M230.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | PULL2        | Bool          | %M230.1   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | PULL3        | Bool          | %M230.2   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | PULL4        | Bool          | %M230.3   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | PULL5        | Bool          | %M230.4   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | PULL6        | Bool          | %M230.5   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | Tag_4        | Byte          | %MB230    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|  | PARO MOTORES | Bool          | %M235.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |

# PROYECTO\_FINAL\_DE TITULACION / SLAVE\_5\_PLC [CPU 1212C AC/DC/Rly] / Bloques de programa

## PLC 5 [OB1]

### PLC 5 Propiedades

#### General

|            |            |        |   |      |    |        |     |
|------------|------------|--------|---|------|----|--------|-----|
| Nombre     | PLC 5      | Número | 1 | Tipo | OB | Idioma | KOP |
| Numeración | Automático |        |   |      |    |        |     |

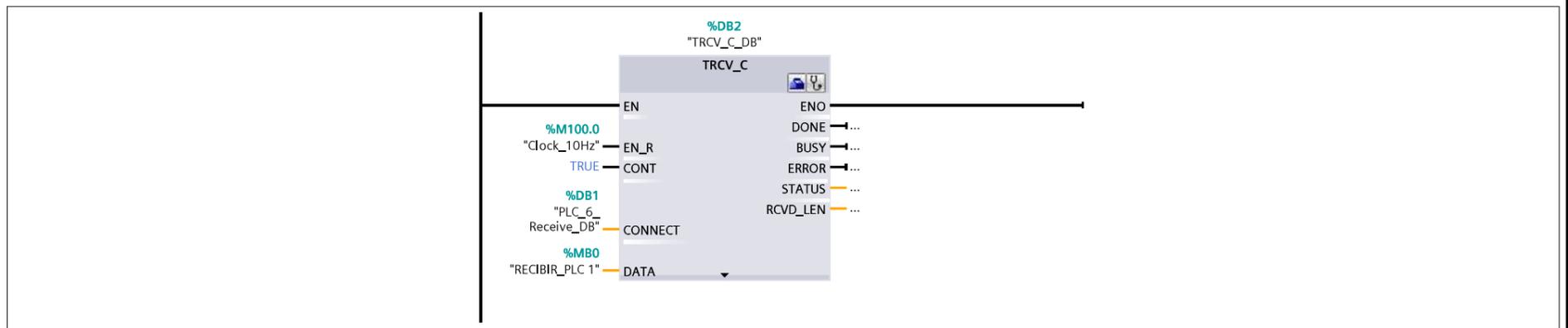
#### Información

|         |                              |                  |  |            |  |         |  |
|---------|------------------------------|------------------|--|------------|--|---------|--|
| Título  | "Main Program Sweep (Cycle)" | Autor            |  | Comentario |  | Familia |  |
| Versión | 0.1                          | ID personalizada |  |            |  |         |  |

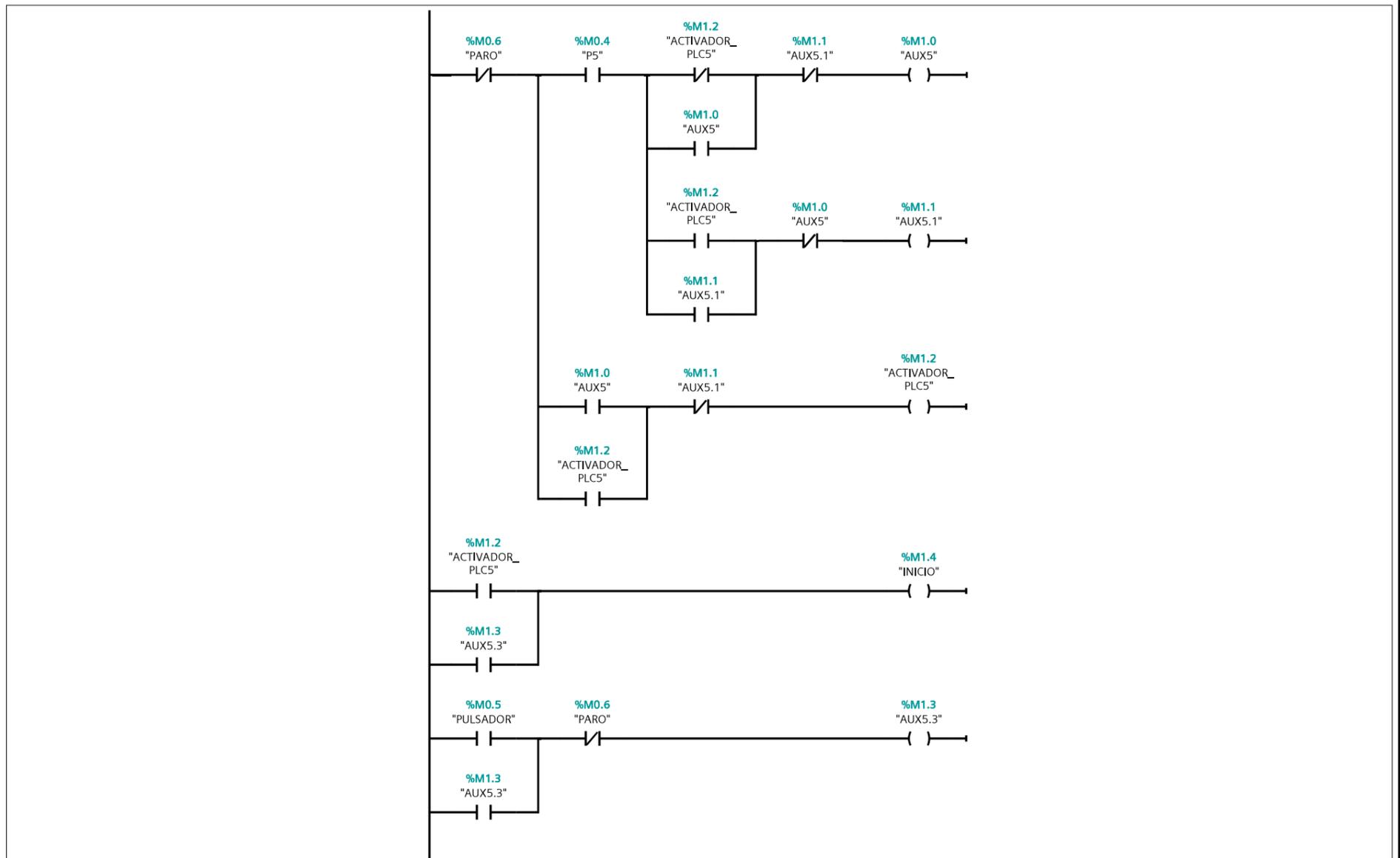
### PLC 5

| Nombre       | Tipo de datos | Valor predet. | Comentario                            |
|--------------|---------------|---------------|---------------------------------------|
| ▼ Input      |               |               |                                       |
| Initial_Call | Bool          |               | Initial call of this OB               |
| Remanence    | Bool          |               | =True, if remanent data are available |
| Temp         |               |               |                                       |
| Constant     |               |               |                                       |

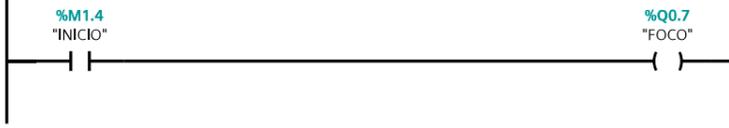
### Segmento 1:



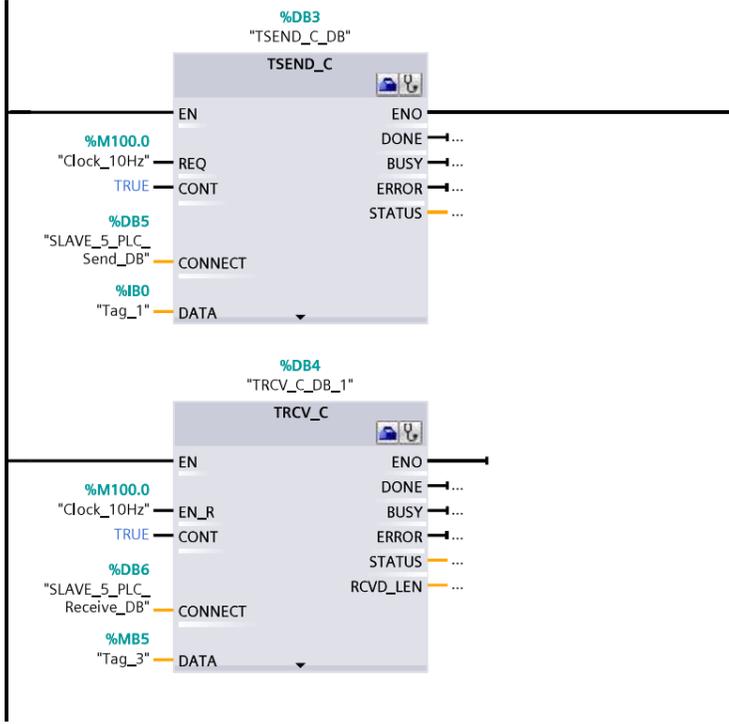
### Segmento 2:



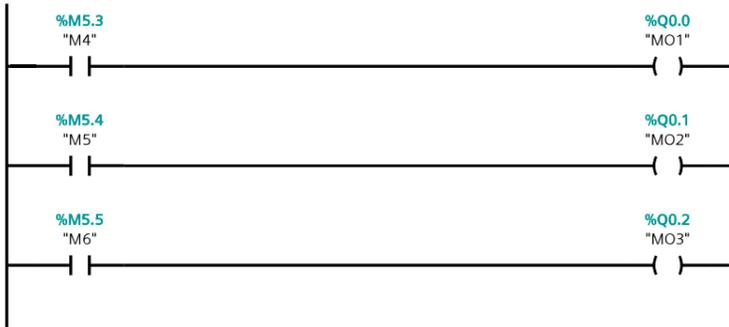
### Segmento 3:



Segmento 4:



Segmento 5:



PROYECTO\_FINAL\_DE TITULACION / SLAVE\_5\_PLC [CPU 1212C AC/DC/Rly] / Variables PLC

Tabla de variables estándar [53]

| Variables PLC |                |               |           |            |                            |                             |                            |             |            |
|---------------|----------------|---------------|-----------|------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|-------------|------------|
|               | Nombre         | Tipo de datos | Dirección | Remanencia | Accesible desde HMI/OPC UA | Escribible desde HMI/OPC UA | Visible en HMI Engineering | Supervisión | Comentario |
|               | Tag_1          | Byte          | %I0       | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | FOCO           | Bool          | %Q0.7     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | Clock_Byte     | Byte          | %MB100    | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | Clock_10Hz     | Bool          | %M100.0   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | Clock_5Hz      | Bool          | %M100.1   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | Clock_2.5Hz    | Bool          | %M100.2   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | Clock_2Hz      | Bool          | %M100.3   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | Clock_1.25Hz   | Bool          | %M100.4   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | Clock_1Hz      | Bool          | %M100.5   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | Clock_0.625Hz  | Bool          | %M100.6   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | Clock_0.5Hz    | Bool          | %M100.7   | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | RECIBIR_PLC 1  | Byte          | %M0       | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | P5             | Bool          | %M0.4     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | PARO           | Bool          | %M0.6     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | AUX5           | Bool          | %M1.0     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | AUX5.1         | Bool          | %M1.1     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | ACTIVADOR_PLC5 | Bool          | %M1.2     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | AUX5.3         | Bool          | %M1.3     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | PULSADOR       | Bool          | %M0.5     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | INICIO         | Bool          | %M1.4     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | M4             | Bool          | %M5.3     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | M5             | Bool          | %M5.4     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | M6             | Bool          | %M5.5     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | Tag_3          | Byte          | %MB5      | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | MO1            | Bool          | %Q0.0     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | MO2            | Bool          | %Q0.1     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |
|               | MO3            | Bool          | %Q0.2     | False      | True                       | True                        | True                       |             |            |