

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE
TRANSFERENCIA DE ENERGÍA Y MONITOREO REMOTO A
TRAVÉS DE UN SERVIDOR WEB CON TRES FUENTES, UN
SISTEMA FOTOVOLTAICO CON BANCO DE BATERÍAS, UN
GENERADOR A DIÉSEL Y LA RED ELÉCTRICA COMERCIAL EN
LA FINCA “LAS ACACIAS”**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO
REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**

JOSÉ ANDRÉS FLORES VILLAFUERTE

jose.flores03@epn.edu.ec

DIRECTOR: DR. –ING. PAUL MARCELO POZO PALMA

marcelo.pozo@epn.edu.ec

D.M. Quito, Enero 2022

CERTIFICACIONES

Yo, José Andrés Flores Villafuerte declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.



JOSÉ ANDRÉS FLORES VILLAFUERTE

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por José Andrés Flores Villafuerte, bajo mi supervisión.

DR.-ING.PAUL MARCELO POZO PALMA

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

A través de la presente declaración, afirmamos que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el (los) producto(s) resultante(s) del mismo, son públicos y estarán a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales nos corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

José Andrés Flores Villafuerte

Dr. –Ing. Paul Marcelo Pozo Palma

DEDICATORIA

Me gustaría dedicar el presente trabajo a las futuras generaciones de estudiantes de Ingeniería en Electrónica y Automatización. Quisiera que observen la importancia de realizar un proyecto de implementación dado que en la práctica se corrobora la teoría, pero se presentan muchos más inconvenientes en donde se aplica lo que nos caracteriza y nos prepara para la vida, el ingenio.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, me gustaría agradecer a Dios por darme la salud cada día para dar lo mejor de mí.

A mi padre, por ser siempre mi guía y ayuda, desde pequeño ha sido mi referente y es un honor poder apoyarlo de ahora en adelante.

A mi madre, por su cariño constante a todo momento, por cada detalle que ha tenido siempre conmigo para que pueda dedicarme a mi carrera.

A mi hermana, por estar siempre atenta de mí, por ser un ejemplo de buena persona y excelente familiar.

A la Escuela Politécnica Nacional y todos quienes la conforman por haberme dado la mejor etapa de mi vida.

A mis maestros que me han sabido compartir su conocimiento y me han ayudado a forjar mi carácter, me llevo grandes enseñanzas de cada uno de ellos.

A mi tutor de tesis, por ser una increíble persona y gran maestro, por cada aporte y por su dedicación a lo largo de la realización de este trabajo.

A mi compañero de tesis, por ser un amigo incondicional y esfuerzo cada día para lograr sacar adelante el proyecto de la mejor manera.

A mi tutor académico, por siempre estar abierto a cualquier duda.

Al personal administrativo como la secretaria y subdecano por ayudarme en los trámites pertinentes durante mi etapa universitaria.

A mi grupo de amigos, los Brows, por cada experiencia, sabiendo que los tenía siempre a mi lado, nada parecía imposible y me han demostrado cada día el significado de las palabras amistad y humildad, espero seguir contando con su amistad por el resto de mi vida.

A mi novia, por haber sido mi apoyo, paz y alegría.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIONES.....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	V
RESUMEN	VI
ABSTRACT	VII
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVO GENERAL	2
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
1.3 ALCANCE	3
1.4 MARCO TEÓRICO.....	3
1.4.1 P&ID	4
1.4.2 PLC.....	5
1.4.3 TIA PORTAL.....	8
1.4.4 S7-PLCSIM.....	12
1.4.5 SERVIDOR WEB.....	13
1.4.6 VISUAL STUDIO CODE.....	15
1.4.7 PUESTA A TIERRA	17
2. METODOLOGÍA	19
2.1 P&ID.....	19
2.2 ELABORACIÓN DEL PROGRAMA DEL PLC.....	24
2.3 MONITOREO REMOTO	29
2.4 DISEÑO DE PUESTA A TIERRA Y PARARRAYOS.....	35
3. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	38
3.1 RESULTADOS.....	38
3.2 CONCLUSIONES.....	51
3.3 RECOMENDACIONES	52
4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
5. ANEXOS.....	56

RESUMEN

El documento tiene un enfoque en los alcances 2, 3 y 4. Se presenta el diagrama P&ID del proceso en el cual se pueden apreciar mediante la simbología de la norma ISA 5.1 los equipos que conforman el sistema, los lazos de control, tipo de conexiones, alimentación y ubicación en el cuarto de equipos. Se presenta el diseño del programa del PLC a partir de un diagrama de flujo que muestra el procedimiento mediante el cual funciona, la selección de equipos en el software, la distribución de pines de entradas y salidas tanto del PLC como de sus respectivos módulos de ampliación y la función de las variables del programa. Para lograr la función de monitoreo remoto mediante el servicio que proporciona el PLC se muestra la configuración en el software, lo cual incluye la asignación de una IP pública, activación del servidor web, creación de niveles de acceso y la creación de la página web con su respectiva explicación para enlazar las variables del PLC con la misma. Se propone un diseño de puesta a tierra con pararrayos considerando la resistividad del suelo del sitio y las dimensiones del cuarto de equipos. Finalmente, se realiza la simulación del programa del controlador con todos los casos posibles debido a las limitaciones del simulador.

PALABRAS CLAVE: P&ID, PLC, software, servidor web, puesta a tierra, simulación.

ABSTRACT

This document focuses on the second, third and fourth scope. A P&ID diagram of the process is presented in which ISA 5.1 norm symbology of the equipment that makes up the system, control loops, connection types, energization and location in the equipment room are shown. The design of the PLC program is presented starting with a flux diagram that shows the process of how it works, the equipment selection in the software, the in and out pin distribution of the PLC and the respective extension modules and the program variables function. To achieve the function of the remote monitoring through the service that provides the PLC the software configuration is shown, which includes the public IP assignation, the web server activation, the level access and the web page creation with its respective explication to link the PLC variables with the same. A grounding design with lighting rod is proposed considering the site ground resistivity and the equipment room dimensions. Finally, the controller program simulation is made with all the possible cases due to the simulator limitations.

KEYWORDS: P&ID, PLC, software, web server, grounding, simulation.

1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día las instalaciones de todo tipo están siendo automatizadas debido a que esto mejora eficiencias y reduce tiempos. Una definición muy básica de automatizar es colocar sensores, actuadores y controladores para que un proceso no necesite manipulación humana. Por lo tanto, no basta con contar con diagramas eléctricos, de allí la necesidad de un diagrama P&ID. Este diagrama muestra una simbología normada para los equipos que conforman un proceso y todas las conexiones entre los mismos enfocándose en la parte de instrumentación. La norma ISA 5.1 muestra una guía para elaborar este tipo de diagramas. Para nombrar a los equipos, la norma muestra el significado de cada letra para identificarlo según la variable que modifica y su función. También indica la forma en la que se debe representar a un equipo según su ubicación. En un diagrama P&ID se separan los equipos según su lazo de control, se especifica el tipo de conexión entre los mismos y sus terminales para conocer su alimentación, entradas y salidas, etc. Por último, la norma presenta una serie de símbolos de equipos comúnmente utilizados en instrumentación de procesos. En el presente proyecto se ha elaborado un diagrama P&ID en donde se representan los equipos que forman el sistema automatizado. Separado por cinco lazos de control debido a que se tienen tres fuentes disponibles, un sistema solar, la red eléctrica comercial y un generador a diésel, un controlador y cargas. Equipos actuales evitan una cantidad enorme de cableado utilizando diferentes protocolos de comunicación e incluso se vinculan con el Internet para permitir monitorearlos de forma remota. Es por esta razón que se seleccionó un PLC Siemens S7-1200, ya que, el mismo cuenta con un servidor web el cual permite cargar páginas web elaboradas con el usuario en HTML y enlazar las variables del PLC. Se elaboró el programa del controlador en el software Tia Portal considerando que la función principal es la conmutación automática de fuentes. La fuente principal es el sistema solar, el primer respaldo en la red eléctrica y por último se tiene el generador a diésel. Para que el controlador conozca si una fuente está disponible se hace uso de relés de fase con salidas de contactos, siendo ideales para utilizarlos como entradas digitales del PLC. Cabe recalcar que para el generador se tiene un algoritmo diferente a las otras fuentes porque se revisa si el nivel de combustible es adecuado para mandar a arrancarlo desde el controlador. Una vez que el mismo genera la fase que se revisa, puede cerrarse el respectivo contactor. Además, se realiza una revisión periódica del voltaje en cada panel y batería con el fin de facilitar el mantenimiento de estos equipos. Al tener treinta paneles y doce baterías y sólo dos entradas analógicas en el PLC, se optó por utilizar una solución mediante multiplexores para leer por un mismo puerto dieciséis entradas de forma

ordenada. Con cuarenta y dos entradas analógicas por sensor se necesitaron tres multiplexores y por lo tanto tres entradas analógicas, razón por la cual se utiliza un módulo de expansión para las mismas. Un módulo de salidas digitales también fue necesario para enviar las señales de control de los multiplexores y poder realizar este procedimiento en orden. Se realizó la simulación con las condiciones planteadas tomando en cuenta que el simulador no permite cambiar los estados de las entradas de los módulos de ampliación ni el servicio web. En el programa se colocan alarmas que se pueden observar en la página web cuando los paneles o baterías salen de un rango establecido, indicando que bien ocurre un error en estos equipos o que es necesario cambiarlos o darles mantenimiento. Finalmente, se realiza un diseño de puesta a tierra con pararrayos con la intención de salvaguardar tanto a las personas que operen el sistema como a los equipos que lo conforman. Se realizaron mediciones de resistividad en el suelo del sitio y se tomaron las dimensiones del mismo para elaborar el diseño de la puesta a tierra y se tomaron las consideraciones necesarias para juntarla con el pararrayos.

1.1 OBJETIVO GENERAL

Establecer el objetivo general del componente. El objetivo general del componente asignado resume la idea principal y la finalidad del componente.

Diseñar e implementar un sistema automático de transferencia de energía y monitoreo remoto a través de un servidor web con tres fuentes, un sistema fotovoltaico con banco de baterías, un generador a diésel y la red eléctrica comercial en la finca “Las Acacias”.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Establecer al menos tres objetivos específicos. Los objetivos específicos detallan los procesos necesarios para la completa realización del componente; sirven como una guía de la manera en la que será abordado el componente asignado.

1. OE1

Realizar una revisión bibliográfica acerca de sistemas eléctricos alternativos de energía, en especial fuentes de energía solar fotovoltaica, generador a diésel, baterías de respaldo de energía y monitoreo remoto.

2. OE2

Diseñar los planos unifilares y de instrumentación, así como el dimensionamiento del sistema de protección eléctrica, incluyendo el sistema de puesta a tierra con pararrayos.

3. OE3

Implementar un sistema de control automático con un PLC, sensores y actuadores, con el fin de lograr la conmutación automática de las fuentes de alimentación disponibles.

4. OE4

Probar el funcionamiento del sistema de control automático previamente implementado con todos sus equipos de forma individual y colectiva a través de pruebas de operación normal y ante perturbaciones o fallas con el fin de observar la operatividad del sistema de control y del sistema de monitoreo remoto.

1.3 ALCANCE

Se realizará una revisión bibliográfica de sistemas alternativos de energía eléctrica, en especial, los que dispone en la finca, como es el caso de los paneles fotovoltaicos con banco de baterías, generador a diésel y la red eléctrica comercial, con el fin de seleccionar la alternativa más adecuada para el presente proyecto.

Se elaborarán el diagrama de instrumentación (P&ID por sus siglas en inglés) del circuito de potencia y sus respectivos componentes, tomando como nomenclatura a la norma ISA 5.1 – 2009.

Se diseñará un sistema de puesta a tierra y pararrayos, pensando en la protección tanto del personal de la finca, como de los equipos eléctricos presentes en la misma.

Se elaborará el programa de control del controlador lógico programable, acompañado de su respectivo proceso de simulación, tomando en cuenta los posibles escenarios que se puedan presentar en el sistema.

Se implementarán todas las conexiones eléctricas de potencia, instrumentación y comunicación dentro del sistema para el funcionamiento de las fuentes y de los equipos de control y monitoreo.

Se comprobará el funcionamiento individual y en conjunto de los equipos a instalar a través de pruebas como la correcta adquisición y tratamiento de las variables del proceso en el PLC, tanto en condiciones normales, como ante perturbaciones.

1.4 MARCO TEÓRICO

Para comprender tanto la problemática como la solución del proyecto, es necesario conocer conceptos como P&ID, PLC, Tia Portal, S7-PLCSIM, Servidor web, Visual Studio Code, Puesta a Tierra y términos importantes que engloban los mismos.

Primero se necesita conocer cómo se realizan y para qué sirven los diagramas que contienen la instrumentación, los cuales son la guía para la instalación de los equipos.

1.4.1 P&ID

Diagrama de Proceso e Instrumentación. Formado por distintos símbolos que representan los equipos que conforman uno o varios sistemas. Las normas ISA, en particular la 5.1, presentan una guía para elaborar este tipo de diagramas. Diagrama muy útil dado que presenta el tipo de conexión entre equipos, alimentación e incluso ubicación [1].

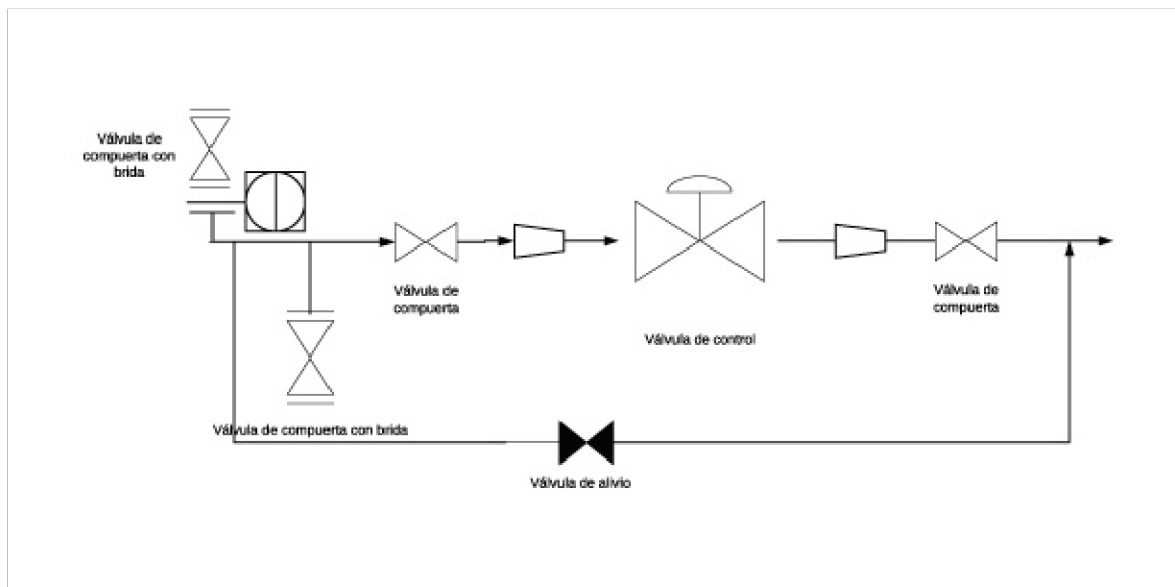


Figura 1.1. Diagrama de Proceso e Instrumentación [2].

1.4.1.1 Norma ISA 5.1

Norma que incluye definiciones importantes respecto a la instrumentación y procesos y ofrece una explicación detallada de como nombrar y esquematizar dispositivos según su función. La norma además ofrece una variedad de símbolos utilizados en aplicaciones típicas en la industria como sensores, transductores, actuadores, entre otros. La norma incluye también símbolos lógicos para representar aplicaciones de control binarias [3].

Table 5.4.4 — Control valve failure and de-energized position indications

Note: Numbers in parentheses refer to explanatory notes in Clause 5.3.4.











No	Method A (1) (10)	Method B (1) (10)	Definition
1			<ul style="list-style-type: none"> Fail to open position.
2			<ul style="list-style-type: none"> Fail to closed position.
3			<ul style="list-style-type: none"> Fail locked in last position.
4			<ul style="list-style-type: none"> Fail at last position. Drift open.
5			<ul style="list-style-type: none"> Fail at last position. Drift closed.

Figura 1.2. Normas ISA 5.1. [4].

Una vez comprendida la importancia de los diagramas P&ID, se presenta la definición de un controlador lógico programable con sus módulos de expansión debido a que esta es la parte central de la automatización del proyecto. Dado que se realiza un enfoque en el software, se presentan conceptos relacionados a la programación de este equipo.

1.4.2 PLC

Dispositivo formado por una CPU, memoria y entradas y salidas que permiten ser el elemento central de un sistema automatizado. Se programa a partir de condiciones según el estado de sus entradas para alterar los estados de sus salidas. Existen de varias marcas, gamas, precios y tipos, pero su tecnología ha avanzado mucho en los últimos años al punto de contar con distintos protocolos de comunicación que permiten que los mismos compartan información con otros tipos de equipos e incluso de forma remota. Se pueden programar en distintos lenguajes como esquema de contactos, diagrama de bloques, etc [4].



Figura 1.3. Controlador lógico programable [5].

1.4.2.1 Módulos de expansión para PLC

Necesarios en ocasiones cuando se necesitan más entradas o salidas de las que dispone normalmente el controlador. Es sumamente importante conocer la cantidad de módulos que se pueden conectar en el controlador a utilizar debido a que según cada marca y modelo este parámetro varía y puede resultar una mejor solución utilizar multiplexores, incluso en lo económico, ya que, estos módulos suelen ser de al menos la mitad del costo del PLC. Otro parámetro que se debe considerar al adquirir un módulo de expansión de entradas o salidas es la alimentación a la cual trabaja porque no siempre será la misma que el PLC y, por ende, no siempre se tendrá disponible [6].



Figura 1.4. Módulo de expansión para PLC [7].

1.4.2.2 Variable

Elemento del programa al cual se asignan características como nombre, tipo de dato, dirección, entre otros. Como su nombre lo indica puede variar su valor según lo que se especifique en el código. Existen variables continuas, discretas, globales, locales y se debe distinguir una variable de una constante porque la última mantiene su valor en toda la ejecución [8].

1.4.2.3 Tipo de dato en una variable

Característica definida en una variable, la cual puede ser de tipo texto, cadena de texto, booleana, entero, real etc. Es importante definir el tipo de dato en una variable según la función que va a tener. Por ejemplo, si se necesita analizar un estado de verdadero o falso como en un interruptor, se necesita una variable de tipo booleana, pero si se necesita analizar un rango de valores como en un sensor analógico, se necesita una variable de tipo entera o real. Es de suma importancia conocer el tipo de datos que acepta un bloque en el programa, ya que, en ocasiones es necesario realizar escalamiento o algún algoritmo para usarlo [9].

1.4.2.4 Escalamiento de una variable

Puede referirse a cambiar de tipo de dato a una variable o a ajustarla a otro rango. Lo primero se realiza comúnmente cuando se usa bloques que admiten un tipo de datos en particular y lo segundo por lo general cuando se utilizan entradas analógicas porque según la resolución del conversor análogo-digital se obtiene la medición en un rango proporcional, pero distinto a la variable sensada, es decir, si la entrada analógica permite medir voltajes de hasta 10V con una resolución de 10 bits en el programa al sensar el valor máximo permitido se tendrá un valor de 1023 por lo cual se debe escalar para tener el valor de la medida real o bien ajustar a un rango deseado [9].

1.4.2.5 Dirección de una variable

Corresponde al espacio de memoria al cual se asigna una variable. Existen direcciones a las cuales corresponden las entradas y salidas y direcciones que se utilizan para marcas. Según el tipo de dato, la dirección de una variable puede ocupar un tamaño de memoria mayor o menor. Un dato booleano necesita de un bit por lo que se puede asignar una dirección de ese tamaño, pero valores enteros o reales ocupan bytes por lo cual es muy importante conocer el tamaño que ocupan en la memoria para no sobrescribir y perder datos [9].

1.4.2.6 Sobrescritura de espacio de memoria

Sucede cuando se selecciona un mismo espacio de memoria para variables diferentes. No siempre es sencillo darse cuenta de esto debido a que algunos controladores no tienen diferentes espacios de memoria para variables de diferente tamaño y mientras se puede estar seleccionando un bit de un registro para una variable booleana, se puede estar sobrescribiendo sobre el mismo espacio de memoria una variable de tipo entero (comúnmente de 2 bytes). Algunos programas muestran un error o una advertencia cuando sucede esto [9].

Conocida la definición de variable y los términos relacionados, se procede a explicar tanto el software en donde se programa el PLC seleccionado para el proyecto como los bloques utilizados.

1.4.3 TIA PORTAL

Software utilizado para realizar la programación y configuración de los modelos Siemens S7 1200. Amigable con el usuario y sencillo de utilizar. Permite integrar otros dispositivos en una red por diferentes protocolos de comunicación. Cuenta con una gran cantidad de bloques que facilitan la elaboración del programa del controlador como lógicos, aritméticos, temporizadores, etc. El lenguaje por defecto es el de escalera o esquema de contactos [4].

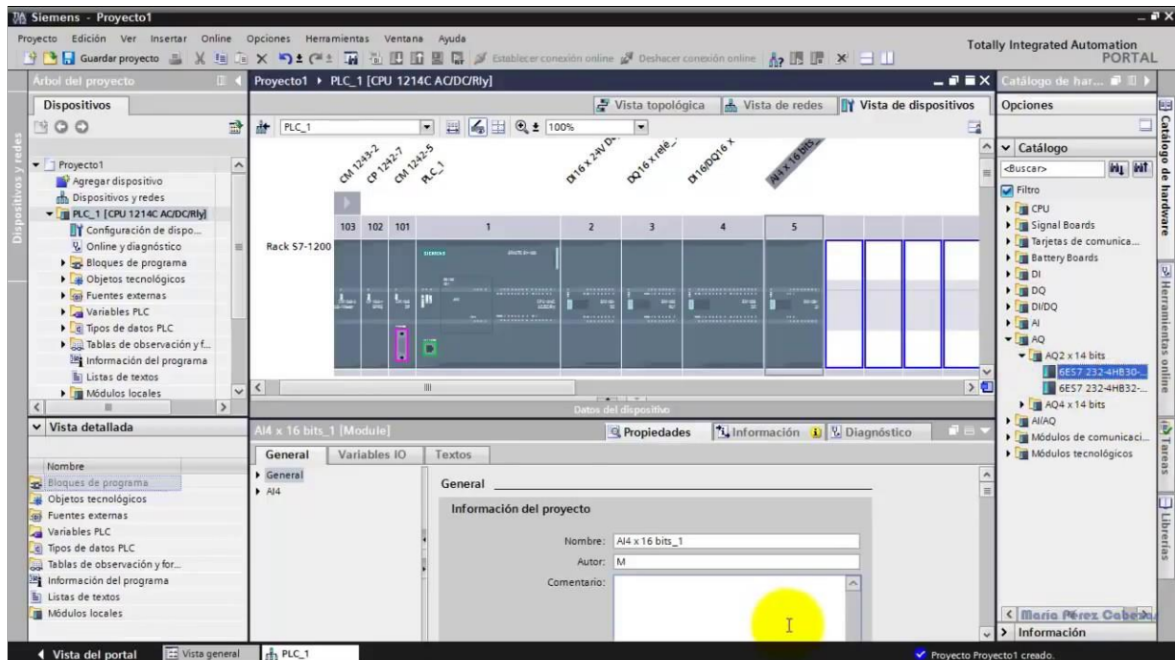


Figura 1.5. Software Tia Portal

1.4.3.1 Esquema de contactos

Lenguaje de programación de PLCs conocido también como escalera. Es secuencial, es decir, se ejecuta en orden descendiente. Formado por contactos abiertos, cerrados y bobinas, sin embargo, se incluyen bloques adicionales de instrucciones para permitir el uso de contadores, temporizadores, operaciones y así tener un programa completo con las bondades de otros lenguajes de programación [10].

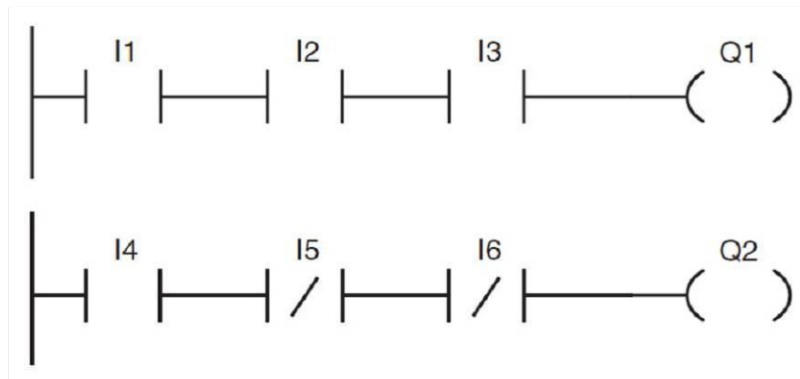


Figura 1.6. Esquema de contactos [11].

1.4.3.2 Contacto normalmente abierto

Se encuentra en elementos de cierre como relés o contactores de forma física. Como su nombre lo indica, normalmente abren un circuito y cuando se energiza su bobina correspondiente, cierran el circuito, haciéndolo el elemento ideal para manipular situaciones de marcha en distintas aplicaciones. En software realizan la misma función siendo asignados a entradas digitales o como marcas que se relacionan con bobinas [10].

1.4.3.3 Contacto normalmente cerrado

Funcionalidad inversa al contacto normalmente abierto, al energizar su bobina procede a abrir un circuito, normalmente lo cierra. Utilizado comúnmente para aplicaciones de paro [10].

1.4.3.4 Bobina

Físicamente puede referirse al elemento que acciona un elemento de maniobra como un relé. Por programación se refiere a una salida, la cual puede asignarse a una salida física de tipo contacto o a una marca. Se tienen bobinas de enclavamiento y desenclavamiento que permiten simplificar algunos esquemas de control [10].

1.4.3.5 Bloques de instrucción

Dado que no todas las aplicaciones se reducen a usar contactos porque en algunas se necesita de señales analógicas, los softwares de programación de PLCs incluyen bloques de instrucción que permiten varias funciones para hacer un programa más completo como contadores, temporizadores, entre otros [9].

1.4.3.6 Bloque NORM_X

Bloque de instrucción del software Tia Portal. Su función es escalar un valor a un rango entre 0 y 1. Es un bloque comúnmente utilizado, ya que, al utilizar el bloque SCALE_X es necesario que la entrada esté en un valor por unidad. El valor de entrada permitido es de tipo entero o real y su salida es de tipo real [9].

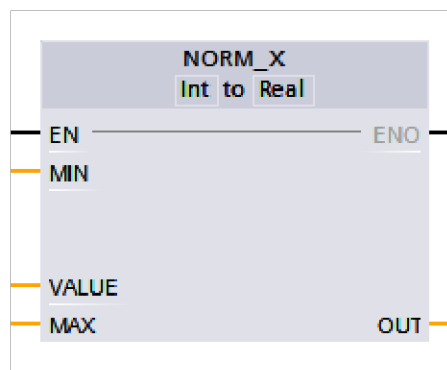


Figura 1.7. Bloque de instrucción NORM_X

1.4.3.7 Bloque SCALE_X

Bloque de instrucción del software Tia Portal. Su función es escalar un valor unitario en un rango establecido por el programador. Suele utilizarse después del bloque NORM_X para escalar valores tomados por las entradas analógicas del PLC. Se admiten valores reales de entrada y como salida se puede tener datos de tipo entero o real [9].

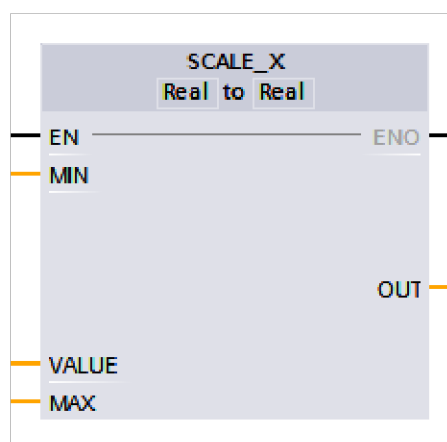


Figura 1.8. Bloque de instrucción SCALE_X

1.4.3.8 Bloque N_TRIG

Bloque de instrucción del software Tia Portal. Es un detector de flancos negativos cuya entrada y salida son booleanas. Muy útil para aplicaciones en donde se debe asegurar que se activó y desactivó una variable para dar paso a un siguiente proceso [9].

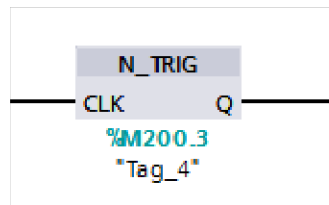


Figura 1.9. Bloque de instrucción N_TRIG

1.4.3.9 Bloque MOVE

Bloque de instrucción del software Tia Portal. Bloque utilizado para mover la información de un registro a otro. Ambos registros deben ser del mismo tipo de dato. Es muy útil para copiar información sin alterar el registro original o bien para asignar el valor de una constante a una variable [9].

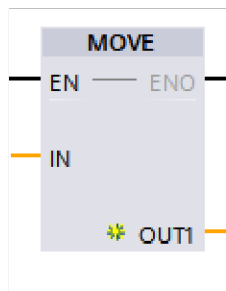


Figura 1.10. Bloque de instrucción MOVE

1.4.3.10 Bloque TON

Bloque de instrucción del software Tia Portal. Bloque que representa un temporizador con retardo en el encendido. Tiene como entradas una booleana para arrancar el temporizador y una del tiempo que se desea como retardo. Como salidas se tiene una salida booleana que se activa una vez que pasa el tiempo ingresado como entrada y siempre y cuando la entrada booleana esté activada y una salida que indica el tiempo actual al que está corriendo el temporizador. La salida se desactiva cuando la entrada booleana se pone a cero lógico. Este tipo de temporizador es muy utilizado en aplicaciones en donde se tienen

procesos que deben durar tiempos específicos para su arranque o para el inicio del siguiente [9].

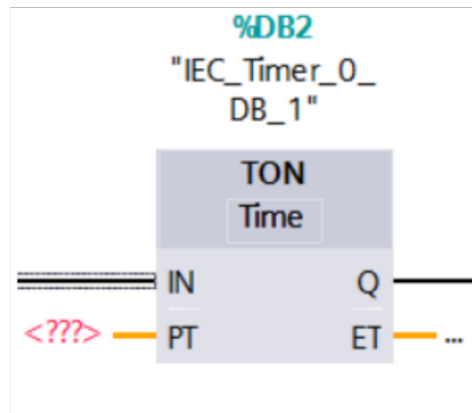


Figura 1.11. Bloque de instrucción TON

1.4.3.11 Bloque WWW

Bloque de instrucción del software Tia Portal. Bloque relacionado con el uso del servidor web. Es al cual se asocian los bloques generados cuando se carga una página web creada por el usuario. Como entrada se debe colocar el primer bloque generado, el cual comúnmente suele ser el 333 y como salida se debe colocar una variable auxiliar de tipo entero que no se utiliza ni afecta en el resto del programa [9].

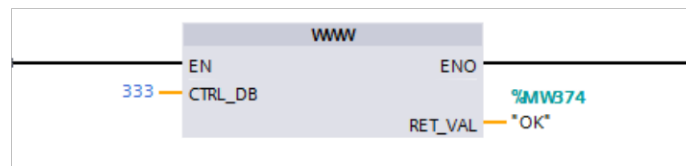


Figura 1.12. Bloque de instrucción WWW

Antes de instalar los equipos con el programa realizado del controlador, es de suma importancia simularlo para evitar daños de equipos o errores. El software S7-PLCSIM es el indicado para simular un proyecto realizado en el programa Tia Portal.

1.4.4 S7-PLCSIM

Software utilizado para simular el programa de un PLC elaborado en Tia Portal. Permite cambiar el estado de las variables de entrada como si se lo estuviera realizando desde el PLC físicamente. Se debe tomar en consideración que no se puede simular desde este software los estados de los módulos de ampliación de entradas y salidas ni lo referente a al uso del servidor web [12].

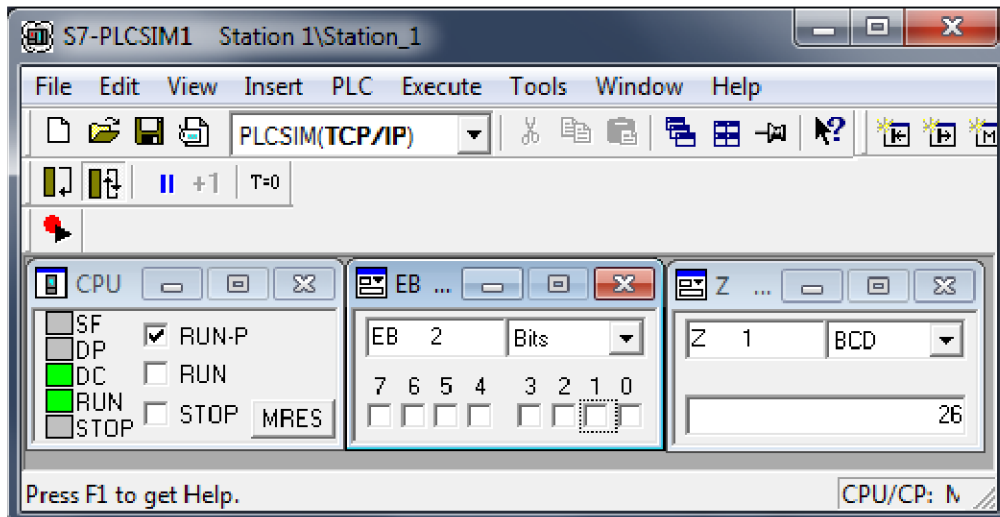


Figura 1.13. Software S7-PLCSIM [13].

El PLC seleccionado fue escogido por razones de número y tipo de entradas y salidas, pero también por contar con un servidor web, el cual permita realizar un monitoreo remoto. Sin embargo, no es lo único que se necesita para realizarlo. Una IP pública es un camino para lograrlo, se necesita seguridad a través de niveles de acceso y es necesario conocimiento de HTML para crear una página web de usuario,

1.4.5 SERVIDOR WEB

Físicamente se encuentra en un ordenador con acceso a Internet. Funciona como un programa para compartir información mediante páginas web elaboradas en HTML. Sumamente útiles para monitoreo remoto con la inclusión de una IP pública o una VPN. Actualmente, existen controladores que incluyen este servicio [14].

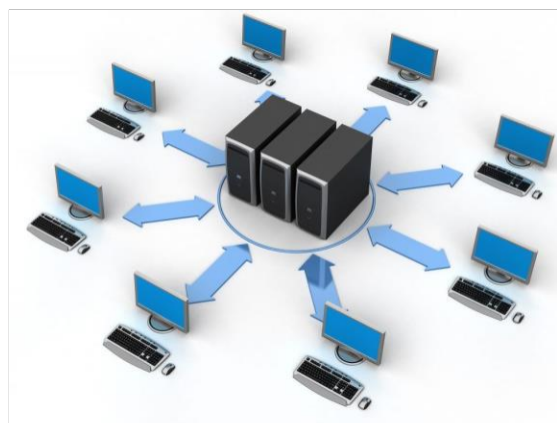


Figura 1.14. Servidor web [15].

1.4.5.1 IP pública

IP que puede ser accesible desde un navegador en cualquier punto del mundo que se tenga acceso a internet, ya que, es única. Los proveedores de servicio de internet ofrecen este servicio. Se diferencia de una VPN porque ésta última es un túnel directo, es decir, no cualquiera puede acceder. En términos de seguridad el uso de una VPN parecería mejor, sin embargo, según la aplicación con el uso de una IP pública se pueden colocar tanto niveles de ingreso como firewalls para reforzar la seguridad de la página web asociada y representa un costo menor [16].

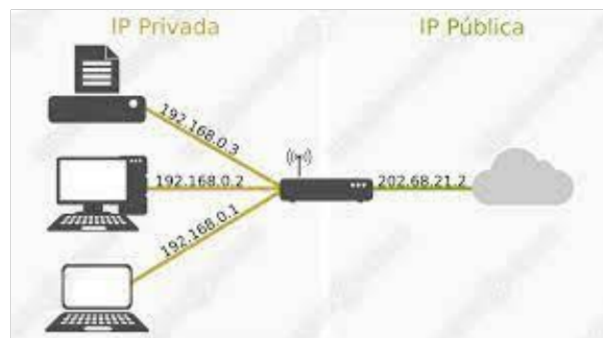


Figura 1.15. IP pública [17].

1.4.5.2 Niveles de acceso

Utilizados ampliamente en iniciar sesión en programas, páginas web, etc. Aumentan la seguridad de la información al solicitar, comúnmente, un nombre de usuario y contraseña. Existen equipos o aplicaciones que tienen algunos modos según el operador, es decir, un modo administrativo que permite ver y cambiar todas las funciones de un programa y un modo normal en el cual sólo se puede visualizar y alterar ciertas de ellas, esto se hace con el fin de cuidar los datos y la funcionalidad [18].

1.4.5.3 HTML

Comúnmente se encuentra como un lenguaje de programación, sin embargo, no lo es a pesar de que se realiza por código. Es una herramienta computacional utilizada para realizar páginas web. Es muy frecuente que se utilice conjuntamente con CSS y JavaScript, debido a que con HTML no se puede configurar de gran manera los estilos, funcionalidad de CSS ni realizar un enlace con otras aplicaciones, lo que sí se puede realizar con JavaScript. Existen muchos editores de código en donde se puede realizar código en HTML como Visual Studio Code; se lo puede realizar desde un bloc de notas al guardar el archivo de texto con la extensión correspondiente, pero los editores de código ofrecen funcionalidades que simplifican la sintaxis de las instrucciones [19].

Con el conocimiento de HTML es posible crear una página web, pero se necesita de un software en donde se puedan codificar las instrucciones. Visual Studio Code es un software amigable con el usuario para realizarlo y cuenta con distintas extensiones que facilitan esta tarea.

1.4.6 VISUAL STUDIO CODE

Editor de texto libre utilizado para realizar páginas web desde el back-end. Cuenta con extensiones de suma utilidad como Live Server, IntelliSense for CSS class names in HTML, entre otras. Sugiere instrucciones de HTML al escribir código para evitar errores de sintaxis [20].

1.4.6.1 Back-end

En una página web el back-end se refiere a lo que no se ve al ingresar a la misma, es decir, el código con el cual es posible que se vea texto, imágenes, etc; lo cual corresponde al front-end. Existen varias aplicaciones para realizar una página web a partir del front-end, sin embargo, al realizarla desde el back-end se tiene control total de la misma [21].



Figura 1.16. Back-end [22].

1.4.6.2 Live Server

Extensión del software Visual Studio Code. Añade una pestaña para simplificar cargar una página web a través de un buscador [20].

1.4.6.3 IntelliSense for CSS class names in HTML

Extensión del software Visual Studio Code. Sugiere clases existentes en el código para evitar errores de tipeo [20].

1.4.6.4 HTMLTAGWRAP

Extensión del software Visual Studio Code. Simplifica con un comando añadir comillas para encerrar texto en una etiqueta [20].

1.4.6.5 Navegador web

Es una aplicación que permite abrir páginas web e interactuar entre las mismas y el usuario. Existen varios y cada vez prestan mejores prestaciones como Google Chrome, Mozilla Firefox, entre otros. Es importante recalcar que no todos los navegadores pueden abrir cualquier página web [23].



Figura 1.17. Navegadores web [25].

1.4.6.6 Google Chrome

Navegador desarrollado por Google, creado para mejorar la seguridad y velocidad. Permite añadir extensiones para optimizar funcionalidades y es de código abierto [23].



Figura 1.18. Navegador web Google Chrome [26].

Otro punto muy importante es la seguridad tanto de las personas que operan el sistema como de los equipos de lo conforman. Una reglamentación en las instalaciones actualmente es la puesta a tierra, la cual según el tipo de instalación debe cumplir con algunas condiciones. Añadir un pararrayos al sistema de puesta a tierra refuerza la seguridad.

1.4.7 PUESTA A TIERRA

Práctica que hoy en día es necesaria y solicitada en prácticamente cualquier instalación eléctrica. Es la conexión mediante la cual se lleva la corriente al suelo o bien a un cuerpo sumamente grande que hace la misma función para garantizar que la misma no tomará otro camino y se convertirá en un peligro potencial. El término que califica el desempeño de una puesta a tierra es la resistencia de puesta a tierra. En instalaciones muy grandes, es decir, cuando se tienen altas corrientes, o también cuando se trabaja con altas frecuencias es más correcto llamar a este término impedancia de puesta a tierra puesto que efectos capacitivos e inductivos afectan al sistema y se deben considerar [24].



Figura 1.19. Puesta a tierra [25].

1.4.7.1 Resistencia de puesta a tierra

Como término eléctrico general la resistencia es la oposición al paso de la corriente. Por lo tanto, la resistencia de puesta a tierra es la oposición que genera esta instalación a que la corriente vaya a tierra. Una puesta a tierra ideal es la cual no genera oposición a que la corriente vaya a tierra, asegurando que este será el camino que tomará la corriente. Según el tipo de instalación se solicita un valor de resistencia de puesta a tierra, pero siempre se busca que este valor sea el más bajo posible. Para medir este valor se usan varios métodos, sin embargo, hoy en día existen medidores que simplifican este proceso. Por lo general, se entierra una cantidad de varillas, separadas entre sí una cierta distancia, en donde se desea medir la resistividad, la cual es proporcional a la resistencia y con la cual se realiza el diseño de la puesta a tierra. Según el tipo de puesta a tierra, se realiza un diseño y se comprueba que el valor de resistencia cumpla con lo solicitado. Existen tipos de suelos en donde es muy complicado obtener una baja resistividad, por lo cual, se realiza tratamiento mediante químicos [24].

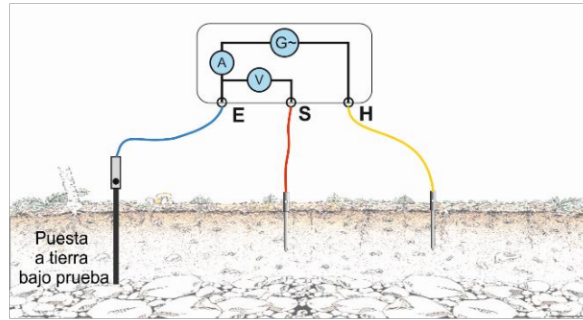


Figura 1.20. Prueba de resistencia de puesta a tierra [29].

1.4.7.2 Pararrayos

Dispositivo metálico cuya función es atraer los rayos para enviarlos directo a tierra y evitar daños en los demás equipos. Se busca colocarlos lo más alto posible debido a que los rayos caen en el elemento más alto en su cercanía. No requieren de alimentación ni mantenimiento y son ideales para cualquier condición atmosférica. Se los debe considerar en el diseño de puesta a tierra, ya que, si una instalación tiene un pararrayos debe tener un menor valor de resistencia de puesta a tierra que si no lo tuviera [26].

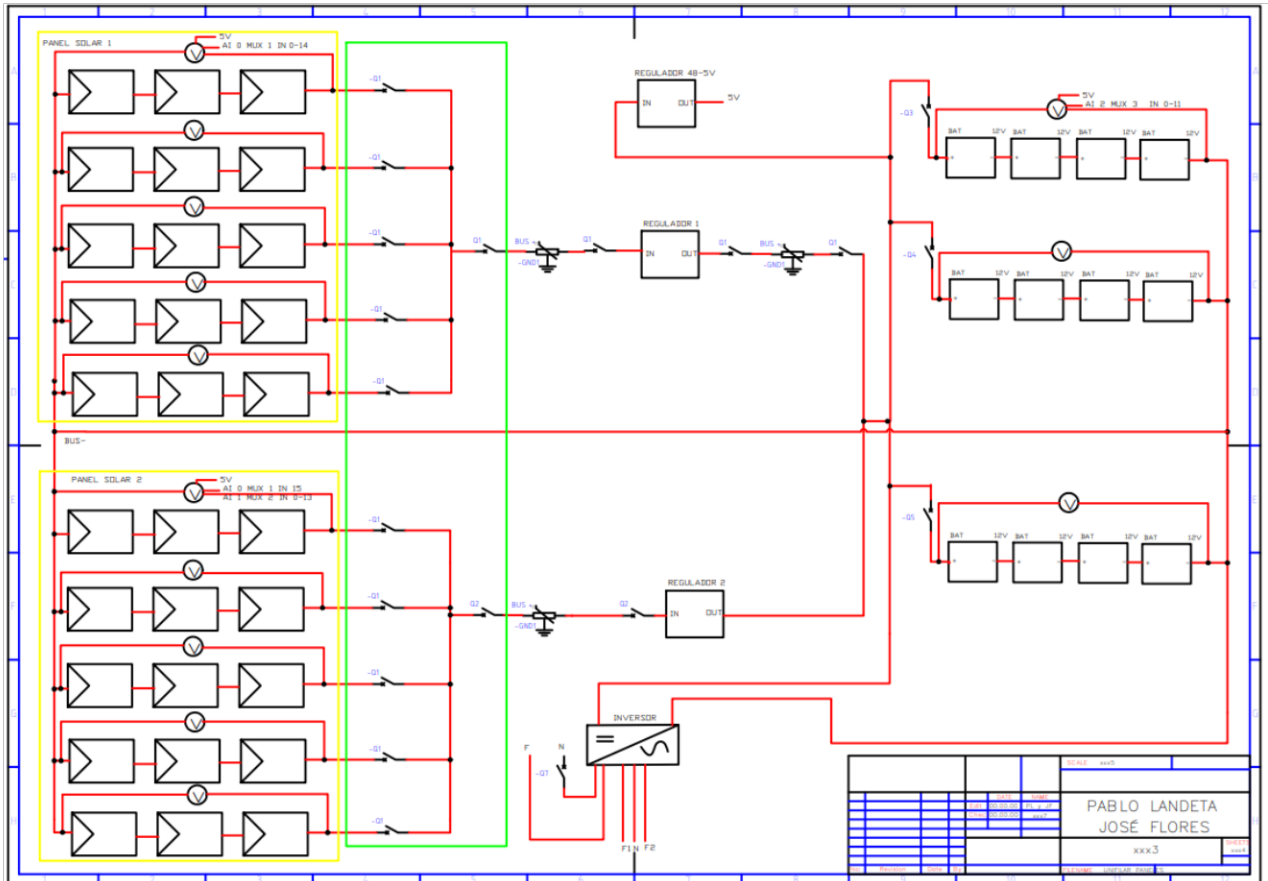


Figura 1.21. Pararrayos [27].

2. METODOLOGÍA

2.1 P&ID

A partir de los esquemas eléctricos y el diagrama de entradas y salidas del PLC se procedió a elaborar el diagrama de instrumentación.



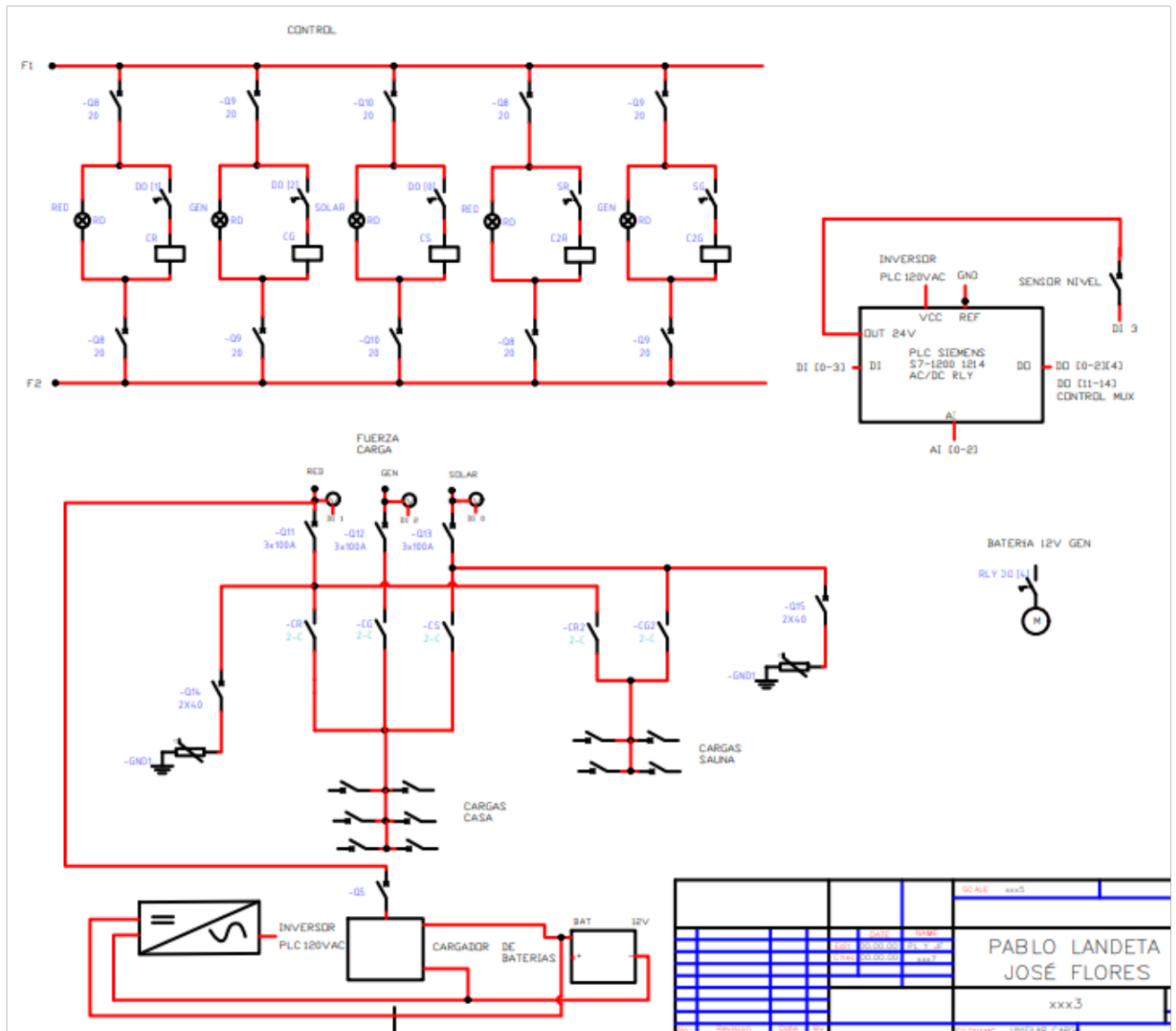


Figura 2.1. Esquema eléctrico.

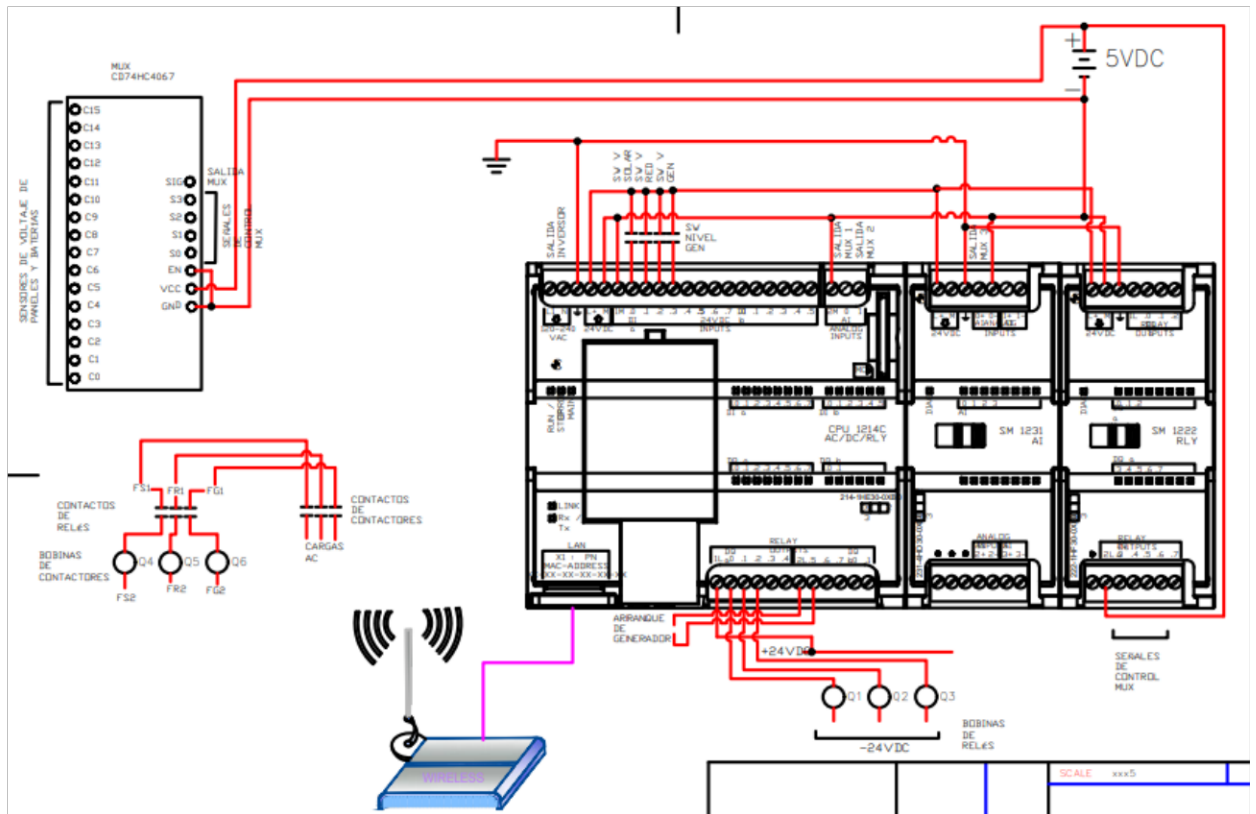


Figura 2.2. Diagrama de entradas y salidas del PLC.

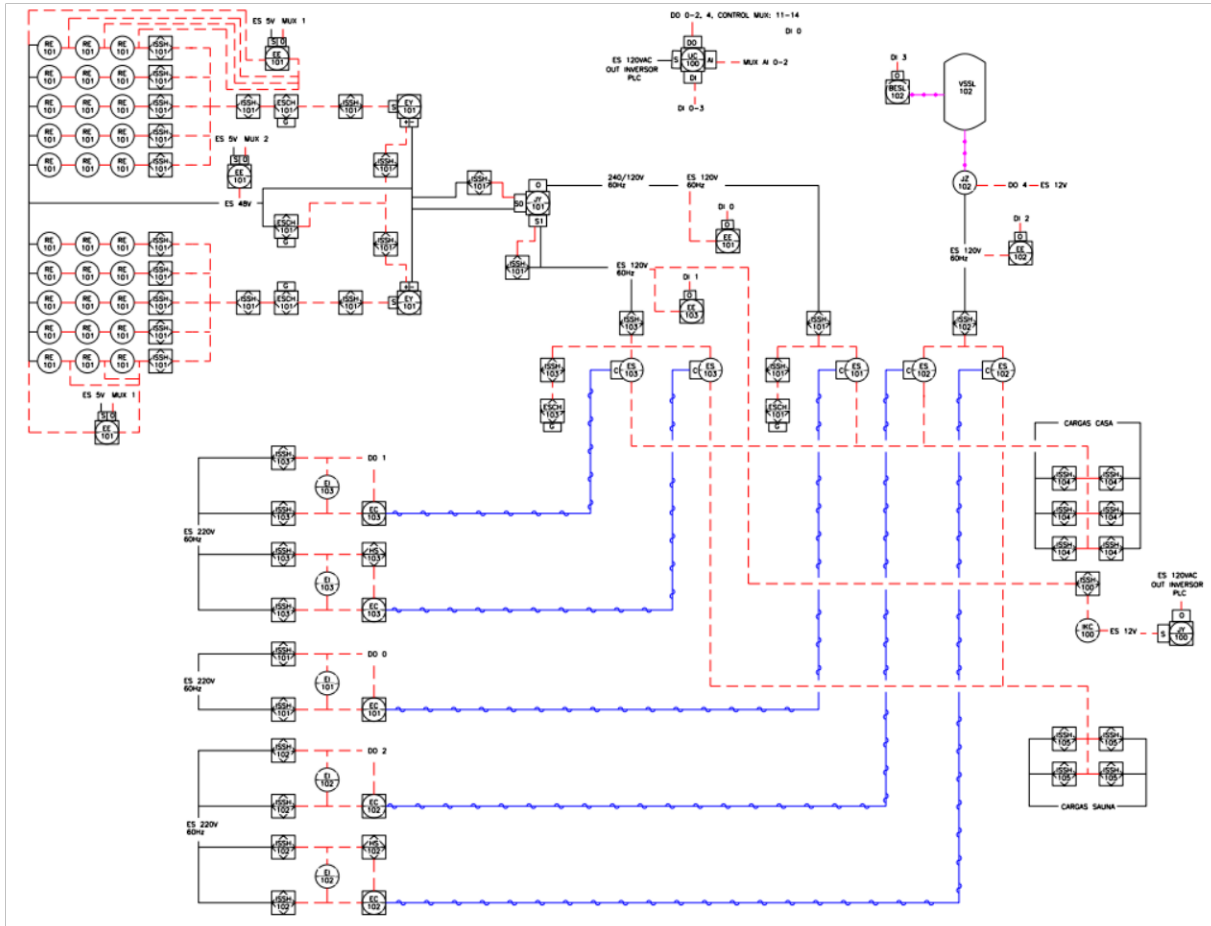


Figura 2.3. P&ID.

El plano realizado en AutoCAD Plant3D y los planos eléctricos realizados en AutoCAD Electrical se encuentran en el Anexo I.

Se separa el diagrama en 5 lazos. El lazo 100 corresponde al controlador lógico programable al ser el elemento que centraliza los demás para su automatización. El lazo 101 corresponde al sistema solar y lo forma los paneles, reguladores, inversor, sensores y elementos de protección relacionados a esta fuente. El lazo 102 corresponde al generador, tanque de combustible, cargador de batería, sensor de nivel de combustible y elementos de protección. El lazo 103 corresponde a la red eléctrica comercial y a los sensores y elementos de protección relacionados. El lazo 104 corresponde a las cargas a las cuales se alimentará a través de los contactores a automatizar para que se cierren según la fuente más adecuada. Finalmente, se tiene el lazo 105 correspondiente a las cargas del sauna, las cuales no se incluirán en las cargas a las cuales se conecta los contactores a automatizar debido a que consumen una corriente demasiado grande para que el inversor

del sistema solar pueda suministrar. Las mismas se alimentan de la red eléctrica comercial o del generador mediante un selector manual.

Las formas que contienen las siglas y lazos de los elementos se seleccionaron según su ubicación y función.

Las siglas de los elementos se seleccionaron según su identificación en la norma ISA 5.1

De tal manera que los dispositivos utilizados se abreviaron de la siguiente forma:

- RE(Sensor de radiación): Paneles solares.
- ISSH(Interruptor de seguridad de alta corriente): Breakers.
- ESCH(Controlador de seguridad de alto voltaje): Supresores de transientes.
- EY(Convertidor de voltaje): Reguladores de voltaje.
- JY(Convertidor de potencia): Inversor.
- ES(Interruptor de voltaje): Contactores.
- EI(Indicador de voltaje): Luces indicadoras de fuente en uso.
- HS(Interruptor manual): Selector de fuente.
- EC(Controlador de voltaje): Bobinas de contactores.
- IKC(Controlador de tasa de cambio en el tiempo de la corriente): Cargador de la batería del generador eléctrico.
- JZ(Actuador de potencia): Generador eléctrico.
- VSSL(Recipiente): Tanque de combustible del generador eléctrico.
- UC(Controlador multivariable): PLC.
- BESL(Detector de bajo combustible): Switch de nivel para el tanque de combustible del generador.
- EE(Sensor de voltaje): Sensor de voltaje para conmutación y monitoreo de las fuentes y en los paneles y baterías para monitoreo.

En el diagrama de instrumentación se especifican también los terminales más importantes de los equipos.

- ES: Fuente eléctrica.
- G: Tierra.
- S: Fuente.
- C: Control.
- O: Salida.

- +: Entrada de polaridad positiva de corriente continua.
- -: Entrada de polaridad negativa de corriente continua.

Por último, se especifica el color que se asignó a las líneas según el tipo de conexión.

- Roja: Conexión eléctrica.
- Negra: Conexión a fuente.
- Azul: Conexión electromagnética.
- Morada: Conexión mecánica [3].

2.2 ELABORACIÓN DEL PROGRAMA DEL PLC

Se procede a realizar el diagrama de flujo del programa del PLC.

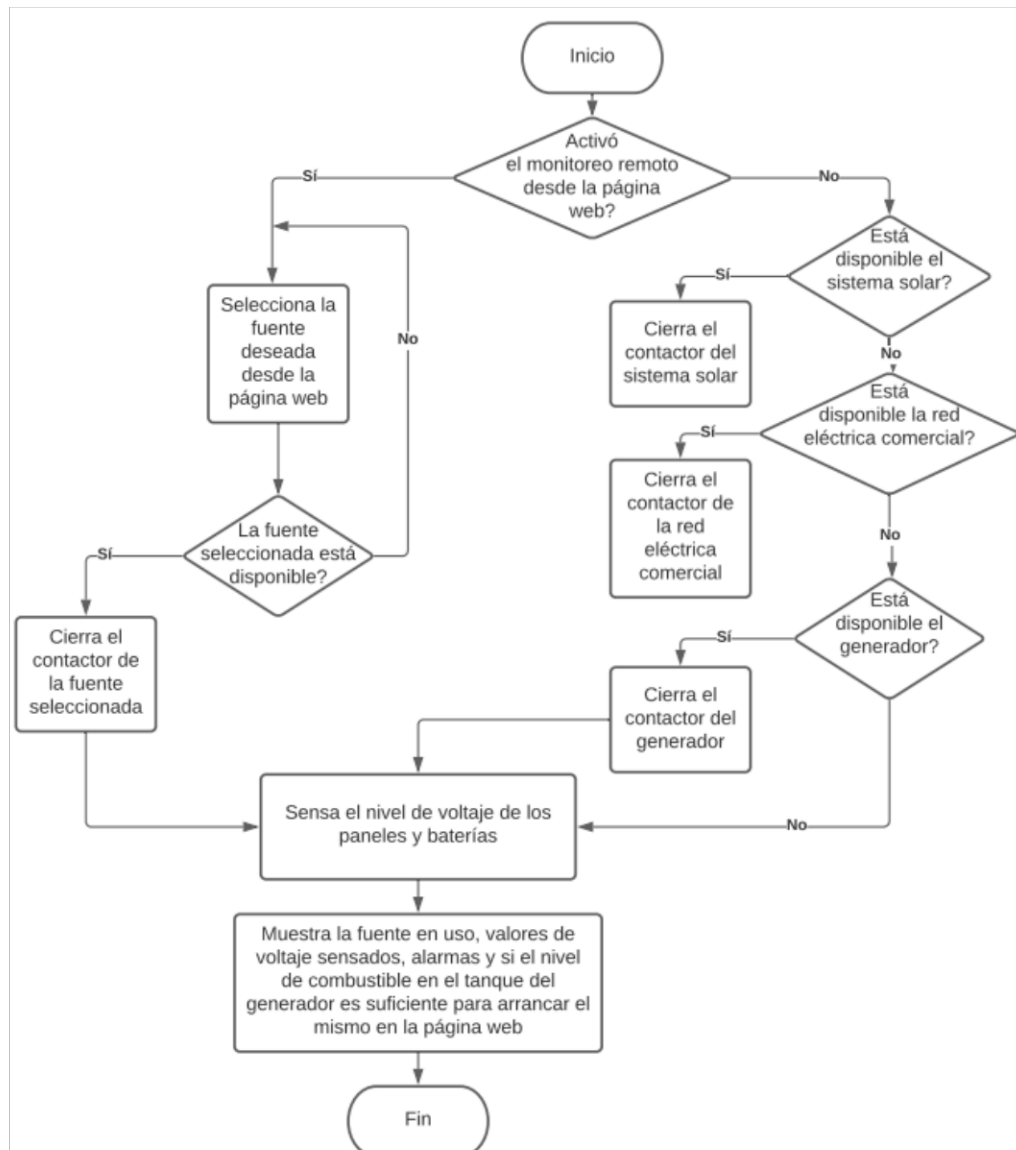


Figura 2.4. Diagrama de flujo del programa del PLC.

Se procede a realizar el programa del PLC en el software Tia Portal V13.

Lo primero que se realizó fue seleccionar el modelo del PLC así como de los módulos de ampliación.

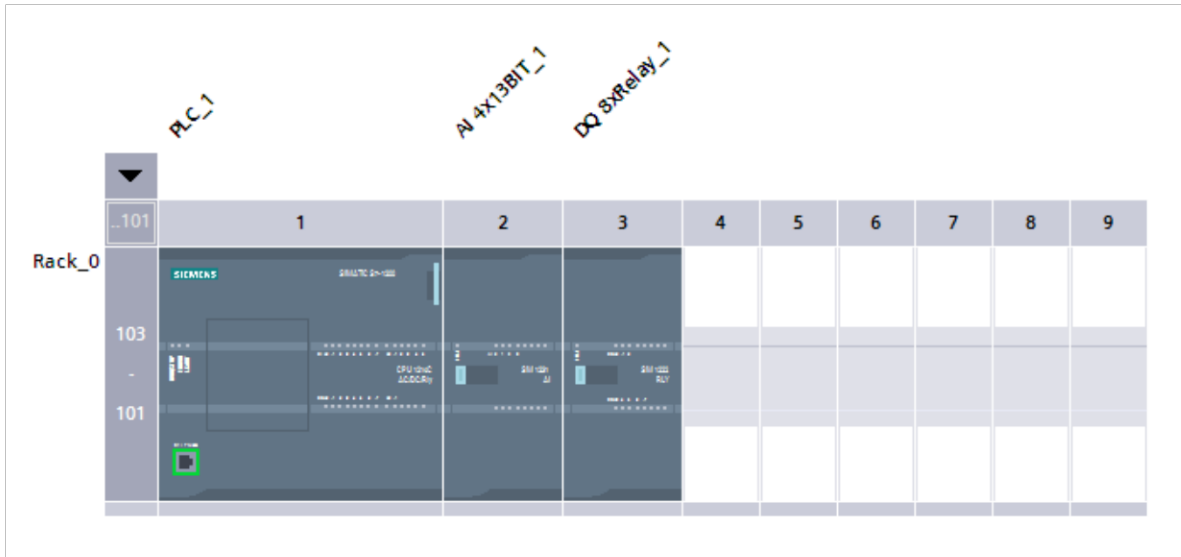


Figura 2.5. Dispositivos seleccionados en el software Tia Portal.

Catalog information

Short designation: CPU 1214C AC/DC/Rly

Description: Work memory 75 KB; 120/240VAC power supply with DI14 x 24VDC SINK/SOURCE, DQ10 x relay and AI2 on board; 6 high-speed counters and 4 pulse outputs on board; signal board expands on-board I/O; up to 3 communication modules for serial communication; up to 8 signal modules for I/O expansion; 0.04 ms/1000 instructions; PROFINET interface for programming, HMI and PLC to PLC communication

Order number: 6ES7 214-1BG40-0XB0

Firmware version: V4.0

Update module description

Figura 2.6. Especificaciones del modelo del PLC.

Catalog information

Short designation: SM 1231 AI4

Description: Analog input module AI4 x 13 bits; plug-in terminal blocks; inputs: 2.5V, 5V 10V and 0 to 20mA; configurable frequency suppression; configurable smoothing; configurable diagnostics

Order number: 6ES7 231-4HD32-0XB0

Firmware version: V2.0

Update module description

Figura 2.7. Especificaciones del modelo del módulo de ampliación de entradas analógicas SM 1231.

Catalog information

Short designation: SM 1222 DQ8 x relay

Description: Digital output module DQ8 x relay; plug-in terminal blocks

Order number: 6ES7 222-1HF32-0XB0

Firmware version: V2.0

Update module description

Figura 2.8. Especificaciones del modelo del módulo de salidas digitales SM 1222.

Después se asignan las variables correspondientes a las direcciones de entradas y salidas.

Name	Type	Address	Tag table	Comment
MUX1	Int	AI 64	Default tag table	
MUX2	Int	AI 66	Default tag table	
SV_SOLAR	Bool	DI 0.0	Default tag table	
SV_RED	Bool	DI 0.1	Default tag table	
SV_GEN	Bool	DI 0.2	Default tag table	
SN_GEN	Bool	DI 0.3	Default tag table	
	Bool	DI 0.4		
	Bool	DI 0.5		
	Bool	DI 0.6		
	Bool	DI 0.7		
	Bool	DI 1.0		
	Bool	DI 1.1		
	Bool	DI 1.2		
	Bool	DI 1.3		
	Bool	DI 1.4		
	Bool	DI 1.5		
C_SOLAR	Bool	DQ 0.0	Default tag table	
C_RED	Bool	DQ 0.1	Default tag table	
C_GEN	Bool	DQ 0.2	Default tag table	
	Bool	DQ 0.3		
	Bool	DQ 0.4		
A_GEN	Bool	DQ 0.5	Default tag table	
	Bool	DQ 0.6		
	Bool	DQ 0.7		
	Bool	DQ 1.0		
	Bool	DQ 1.1		

Figura 2.9. Entradas y salidas asignadas al PLC.

General	IO tags	System constants	Texts	
Name	Type	Address	Tag table	Comment
MUX3	Int	AI 96	Default tag table	
	Int	AI 98		
	Int	AI 100		
	Int	AI 102		

Figura 2.10. Entradas asignadas al módulo SM 1231.

Name	Type	Address	Tag table	Comment
* SMUX	Byte	DQ 12.0	Default tag table	
* SMUX	Byte	DQ 12.1	Default tag table	
* SMUX	Byte	DQ 12.2	Default tag table	
* SMUX	Byte	DQ 12.3	Default tag table	
* SMUX	Byte	DQ 12.4	Default tag table	
* SMUX	Byte	DQ 12.5	Default tag table	
* SMUX	Byte	DQ 12.6	Default tag table	
* SMUX	Byte	DQ 12.7	Default tag table	

Figura 2.11. Salidas asignadas al módulo SM 1222.

El programa se realiza en lenguaje de escalera. El mismo se encuentra en el Anexo II.

Se realiza una breve explicación de las variables del programa para entender su funcionamiento.

Tabla 2.1. Función de las variables del programa del PLC.

Nombre	Tipo de dato	Función
SV_SOLAR	Booleano	Entrada para el contacto del relé de fase del sistema solar para saber si la fuente está disponible.
SV_RED	Booleano	Entrada para el contacto del relé de fase de la red eléctrica comercial para saber si la fuente está disponible.
SV_GEN	Booleano	Entrada para el contacto del relé de fase del generador para saber si la fuente está disponible.
C_SOLAR	Booleano	Salida para cerrar el contactor del sistema solar, este estado se muestra en la página web.
C_RED	Booleano	Salida para cerrar el contactor de la red eléctrica comercial, este estado se muestra en la página web.
C_GEN	Booleano	Salida para cerrar el contactor del generador, este estado se muestra en la página web.
SN_GEN	Booleano	Entrada para el interruptor de nivel para detectar si hay suficiente combustible en el tanque del generador

		para arrancar el mismo, este estado se muestra en la página web.
A_GEN	Booleano	Salida para arrancar el generador .
APAGAR_GEN	Booleano	Variable auxiliar para apagar el generador.
FLANCO_GEN	Booleano	Variable utilizada para detectar que se encendió el generador antes de apagarlo.
SMUX	Byte	Salida de control para los multiplexores.
MUX1-3	Int	Entrada analógica para recibir las señales de los multiplexores.
SV_PANEL1-30	Real	Voltaje en cada panel mostrado en la página web.
AUX_SV_PANEL1-30	Real	Variable auxiliar utilizada para escalar el voltaje en cada panel.
SV_BATERIA1-12	Real	Voltaje en cada batería mostrado en la página web.
AUX_SV_BATERIA_1-12	Real	Variable auxiliar utilizada para escalar el voltaje en cada batería.
ALM_PANEL1-30	Booleano	Alarma mostrada en la página web cuando el voltaje de cada panel sale de un rango de $\pm 6V$.
ALM_BATERIA1-12	Booleano	Alarma mostrada en la página web cuando el voltaje de cada batería sale de un rango de $\pm 6V$.
T1-16	Booleano	Temporizadores para que el cambio en las señales de control de los multiplexores sea automática, secuencial y cronometrada.
SELECCION_REMOTO	Int	Entrada desde la página web para activar el monitoreo remoto.
MONITOREO_REMOTO	Booleano	Variable auxiliar utilizada para conocer si se activó el monitoreo remoto desde la página web.
FUENTE_REMOTO	Int	Entrada desde la página web para seleccionar la fuente deseada.

SOLAR_REMOTO	Booleano	Variable auxiliar utilizada para saber si se seleccionó al sistema solar como fuente desde la página web.
RED_REMOTO	Booleano	Variable auxiliar utilizada para saber si se seleccionó a la red eléctrica comercial como fuente desde la página web.
GEN_REMOTO	Booleano	Variable auxiliar utilizada para saber si se seleccionó al generador como fuente desde la página web.
OK	Int	Variable utilizada para activar el servidor web.

2.3 MONITOREO REMOTO

Lo primero que se debe realizar es asignar una IP en la red privada al PLC para que el mismo esté en red con el router al cual se asignó la IP pública, así se logra acceder al servidor web desde cualquier punto con acceso a Internet.

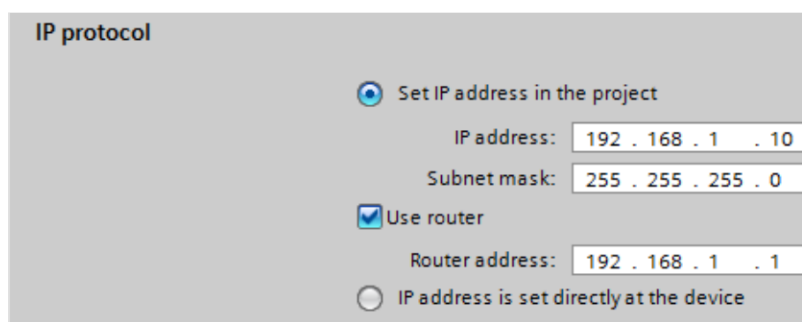


Figura 2.12. Asignación de IP al PLC para permitir el monitoreo remoto.

Se procede a habilitar el servidor web.

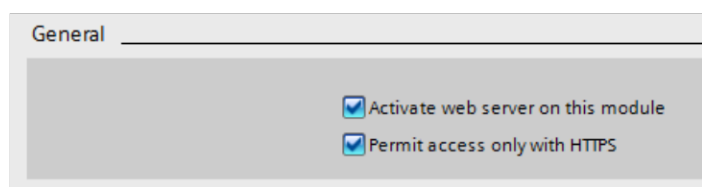


Figura 2.13. Activar el servidor web.

Dado que cualquiera puede acceder a una IP pública es adecuado crear niveles de acceso.

User management		
Name	Access level	Password
Everybody	Minimum	
BROW	Administrative	*****
<Add new user>		

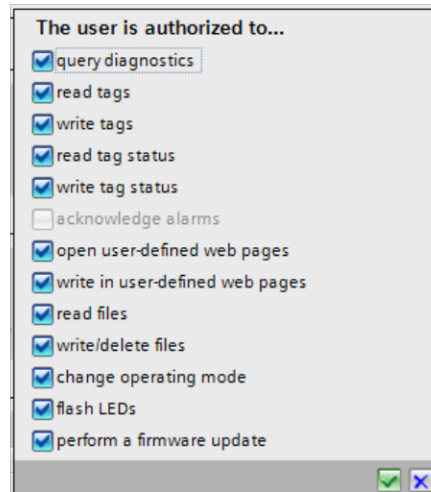


Figura 2.14. Creación de nivel de acceso administrativo.

En el router se debe abrir el puerto 443 asignando la IP del PLC para direccionar la IP pública a la página web creada.

ID	Service Port	Internal Port	IP Address	Protocol	Status	Modify
1	3000	80	192.168.1.10	All	Enabled	Modify Delete
2	3002	443	192.168.1.10	All	Enabled	Modify Delete

Figura 2.15. Apertura del puerto virtual en el router para uso del servidor web.

Se creó la página web para realizar el monitoreo remoto en HTML.

Se utilizó el software Visual Studio Code para escribir el código. El código se encuentra en el Anexo III.

Para que se muestre el valor de una variable del PLC en la página web basta con colocar el nombre de la variable entre comillas dobles y tras colocar dos puntos y el símbolo de igual.

```
:= "MONITOREO_REMOTE" ;
```

Figura 2.16. Sintaxis para observar una variable del PLC en la página web.

Mientras que para que se pueda cambiar el estado de una variable del PLC desde la página web se debe colocar la siguiente sintaxis.

```
<!-- AWP_In_Variable Name='SELECCION_REMOTO' -->
```

Figura 2.17. Sintaxis para cambiar el estado de una variable del PLC desde la página web.

Se debe cargar la página web de extensión html y generar bloques.

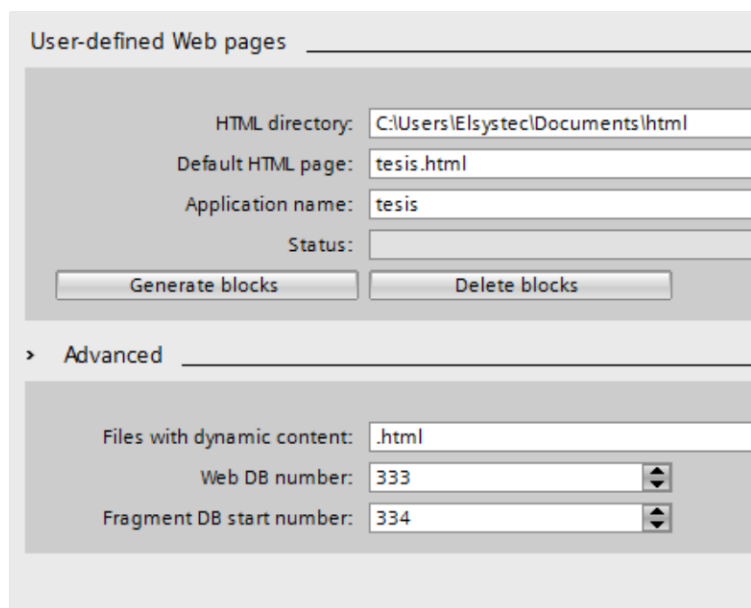


Figura 2.18. Carga de página web.

En el programa es necesario colocar la instrucción WWW y colocar el bloque generado 333. Además de una variable auxiliar.

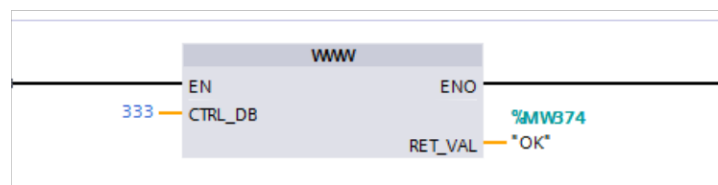


Figura 2.19. Bloque para permitir el monitoreo remoto.

Una vez cargado el programa en el PLC y puesto el mismo en red con el router, se debe ingresar la IP pública en un navegador y se abrirá la página por defecto de Siemens. Es

muy importante colocar https:// antes de la IP pública y en ocasiones es necesario colocar el puerto después de la misma (:443).

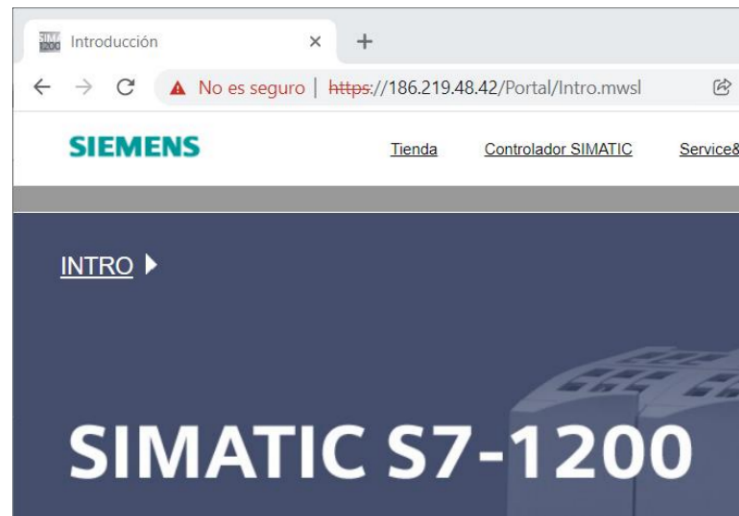


Figura 2.20. Página por defecto de Siemens al acceder al servidor web.

Al presionar INTRO, se debe acceder al nivel de acceso creado.

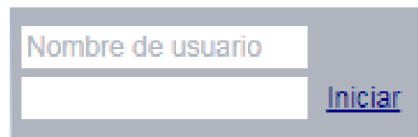


Figura 2.21. Inicio de sesión en servidor web.

En la pestaña “Páginas de usuario” se encontrará un hipervínculo que redirigirá a la página web creada.

Usuario: BROW Cerrar	Páginas de usuario Página de inicio de la aplicación tesis
<ul style="list-style-type: none"> ▸ Página inicial ▸ Diagnóstico ▸ Búfer de diagnóstico ▸ Información del módulo ▸ Comunicación ▸ Estado de variables ▸ Tablas de observación ▸ Registros de datos ▸ Archivos de usuario ▸ Páginas de usuario ▸ Navegador de archivos ▸ Introducción 	

Figura 2.22. Acceso a página web creada.

Monitoreo Remoto Finca "Las Acacias"

Seleccione si desea activar el Monitoreo Remoto

Estado del Monitoreo Remoto	Valor
Encendido	0

Seleccione la fuente deseada

Fuente en Funcionamiento	Valor
Sistema Solar	1
Red Eléctrica Comercial	0
Generador Eléctrico	0

Parámetro	Valor	Alarma
Voltaje Panel 1 [V]	34.63643	0
Voltaje Panel 2 [V]	32.1271	1
Voltaje Panel 3 [V]	0	1
Voltaje Panel 4 [V]	0	1
Voltaje Panel 5 [V]	0	1
Voltaje Panel 6 [V]	0	1
Voltaje Panel 7 [V]	0	1
Voltaje Panel 8 [V]	0	1
Voltaje Panel 9 [V]	0	1
Voltaje Panel 10 [V]	0	1
Voltaje Panel 11 [V]	0	1
Voltaje Panel 12 [V]	0	1
Voltaje Panel 13 [V]	0	1
Voltaje Panel 14 [V]	0	1
Voltaje Panel 15 [V]	0	1
Voltaje Panel 16 [V]	0	1
Voltaje Panel 17 [V]	62.61863	0
Voltaje Panel 18 [V]	77.42332	1
Voltaje Panel 19 [V]	0	1
Voltaje Panel 20 [V]	0	1
Voltaje Panel 21 [V]	0	1
Voltaje Panel 22 [V]	0	1
Voltaje Panel 23 [V]	0	1
Voltaje Panel 24 [V]	0	1
Voltaje Panel 25 [V]	0	1
Voltaje Panel 26 [V]	0	1
Voltaje Panel 27 [V]	0	1
Voltaje Panel 28 [V]	0	1
Voltaje Panel 29 [V]	0	1
Voltaje Panel 30 [V]	0	1

Parámetro	Valor	Alarma
Voltaje Batería 1 [V]	10.48922	0
Voltaje Batería 2 [V]	18.66992	0
Voltaje Batería 3 [V]	0	1
Voltaje Batería 4 [V]	0	1
Voltaje Batería 5 [V]	0	1
Voltaje Batería 6 [V]	0	1
Voltaje Batería 7 [V]	0	1
Voltaje Batería 8 [V]	0	1
Voltaje Batería 9 [V]	0	1
Voltaje Batería 10 [V]	0	1
Voltaje Batería 11 [V]	0	1
Voltaje Batería 12 [V]	0	1

Parámetro	Valor
Nivel Óptimo de Combustible en el Tanque del Generador	1

Figura 2.23. Página web realiza en HTML.

2.4 DISEÑO DE PUESTA A TIERRA Y PARARRAYOS

Finalmente, se realiza el diseño de la puesta a tierra con pararrayos.

Dado que el cuarto de equipos ya está construido, se procede a diseñar una puesta a tierra tipo malla con cuatro varillas que encierren la superficie de la edificación.

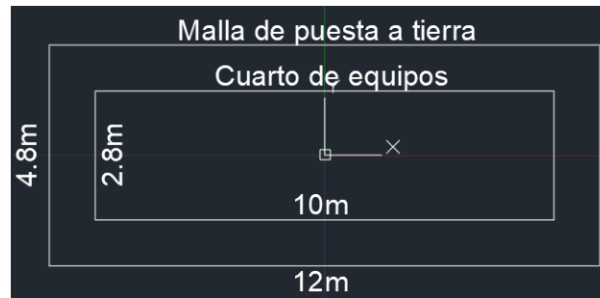


Figura 2.24. Malla de puesta a tierra.

La malla cubriría una superficie de:

$$S_M = L * A = 4.8m * 12m = 57.6m^2 \quad (2.1)$$

Se necesita el valor de resistividad del suelo, obtenido a partir de las mediciones realizadas.



Figura 2.25. Mediciones de resistividad.

Se toma un valor promedio de 17.35Ωm.

Por lo tanto, la resistencia que se espera obtener de la puesta a tierra es:

$$R_1 = \frac{\rho}{D} \quad (2.2)$$

Siendo D el diámetro de la superficie de circuito de repuesto de un conductor de malla:

$$D = 1.13\sqrt{F} \quad (2.3)$$

F es la superficie encerrada de un conductor de malla.

Entonces:

$$D = 1.13\sqrt{57.6m^2} = 8.576m \quad (2.4)$$

$$R_1 = \frac{17.35\Omega m}{8.576m} = 2.023\Omega \quad (2.5)$$

Dado el tipo de instalación y los equipos, es un valor de resistencia de puesta a tierra adecuado, ya que se busca que el mismo sea menor a 10Ω .

La resistencia de puesta a tierra del pararrayo se calcula a partir de la resistividad del suelo y de la longitud del electrodo:

$$R_2 = \frac{2\rho}{l} \quad (2.6)$$

Al colocar una varilla de estándar de 1.8m de longitud se tiene una resistencia de:

$$R_2 = \frac{2 \cdot 17.35\Omega m}{1.8m} = 19.2777\Omega \quad (2.7)$$

Se solicita que la resistencia de puesta a tierra al tener una protección contra rayos sea menor a 10Ω . Sin embargo, según el código de protección contra rayos NFPA 780, se debe colocar un electrodo por separado con un conductor bajante de la varilla del pararrayos, pero se debe conectar el electrodo a los del diseño realizado debido a que sino, se puede generar una diferencia de potencial sumamente alta y, por ende, un arco de gran peligro

Por lo cual la resistencia de puesta a tierra total resulta del paralelo de las dos puestas a tierra calculadas:

$$R_T = R_1 || R_2 = \frac{2.023\Omega \cdot 19.2777\Omega}{2.023\Omega + 19.2777\Omega} = 1.8308\Omega \quad (2.8)$$

Para que el diseño sea satisfactorio se debe considerar que el pararrayos no debe estar muy alejado de la malla de puesta a tierra por lo cual se completa el diseño sugiriendo una posición del pararrayos a 1.4142m de una de las varillas de la malla para dejar 1m de largo y 1m de ancho [28].

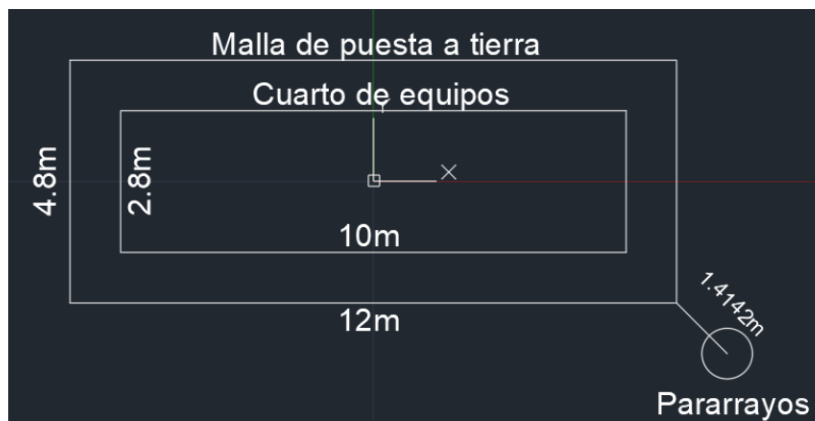


Figura 2.26. Implementación del pararrayos.

Finalmente, se sugiere colocar cable AWG 2/0, comúnmente utilizado en sistemas de puesta a tierra por soportar amperajes cercanos a los 200A.

Amperaje que soportan los cables de cobre					
Nivel de temperatura:	60°C	75°C	90°C	60°C	
Tipo de aislante:	TW	RHW, THW, THWN	THHN, XHHW-2, THWN-2	SPT	
Medida / calibre del cable	Amperaje soportado			Medida / calibre del cable	Amperaje soportado
14 AWG	15 A	15 A	15 A	20 AWG	2 A
12 AWG	20 A	20 A	20 A	18 AWG	10 A
10 AWG	30 A	30 A	30 A	16 AWG	13 A
8 AWG	40 A	50 A	55 A	14 AWG	18 A
6 AWG	55 A	65 A	75 A	12 AWG	25 A
4 AWG	70 A	85 A	95 A		
3 AWG	85 A	100 A	115 A		
2 AWG	95 A	115 A	130 A		
1 AWG	110 A	130 A	145 A		
1/0 AWG	125 A	150 A	170 A		
2/0 AWG	145 A	175 A	195 A		
3/0 AWG	165 A	200 A	225 A		
4/0 AWG	195 A	230 A	260 A		

Figura 2.27. Corriente que soportan los cables de cobre.

3. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1 RESULTADOS

Se procede a comprobar las condiciones establecidas en el programa a través de la simulación con la ayuda del software Tia Portal V13 y S7-PLCSIM V13.

Para simular el programa del PLC es necesario abrir primero el programa S7-PLCSIM V13.

Seleccionar nuevo proyecto.

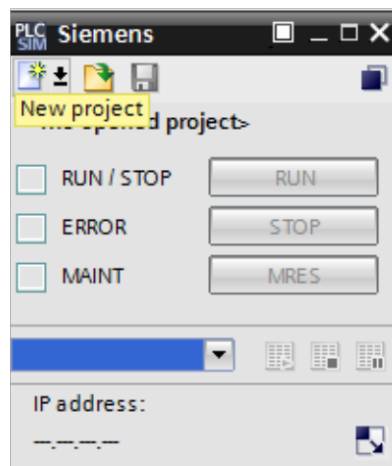


Figura 3.1. Creando un proyecto en S7-PLCSIM V13.

Seleccionar el modelo de PLC.

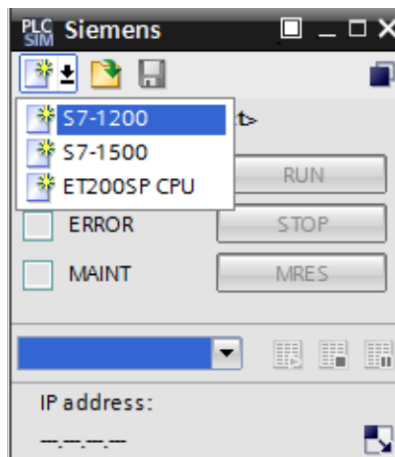


Figura 3.2. Selección de modelo de PLC en S7-PLCSIM V13.

Crear un nombre, especificar la dirección del proyecto y autor del mismo.

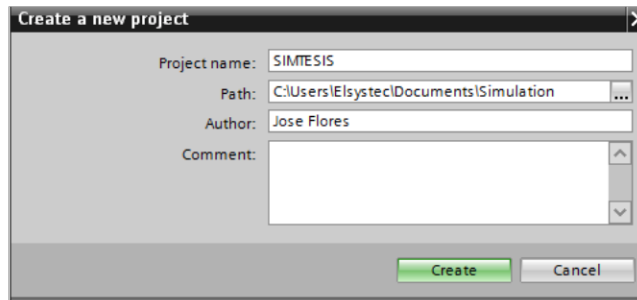


Figura 3.3. Definiendo nombre, dirección y autor del proyecto en S7-PLCSIM V13.

Tras realizar estos pasos, se debe proceder a cargar el programa desde el software Tia Portal V13 y verificar que esté corriendo el simulador.

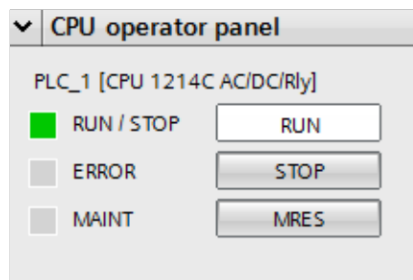


Figura 3.4. Simulador corriendo.

Para cambiar los estados de las variables se coloca la opción Monitoring on/off.

Es importante recalcar que lo relacionado al servidor web no se puede simular.

Lo primero y parte fundamental del proyecto a simular es la conmutación de fuentes. La fuente por defecto es el sistema solar por lo cual si el relé de fase muestra que se tiene un rango adecuado de voltaje se cerrará el contacto correspondiente a la primera entrada digital del PLC y mandará a cerrar el contacto asignado a la salida que acciona el relé, y por lo tanto el contactor, de esta fuente.

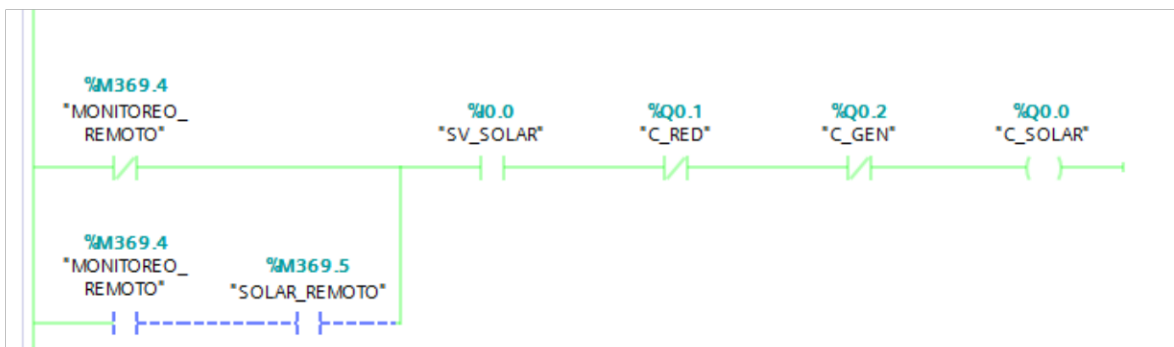


Figura 3.5. Accionamiento del contactor del sistema solar.

Los contactos normalmente cerrados de los otros contactores significan un bloqueo por software para evitar que se pueda cerrar más de uno de estos y generar un cortocircuito.

Dado que el sistema solar es la fuente predeterminada, aunque se cumplan las condiciones para que se cierren los contactos de las demás fuentes, se cerrará éste.

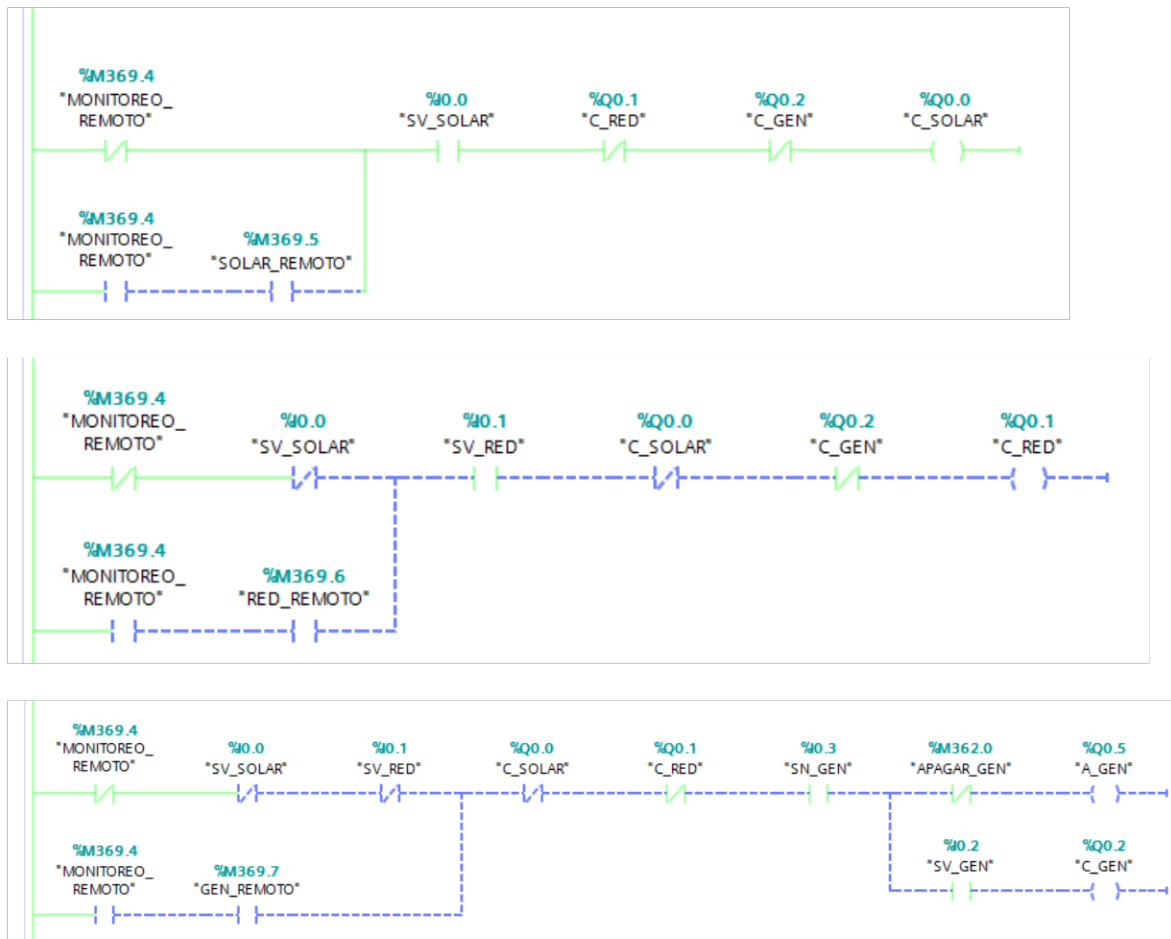


Figura 3.6. Demostración de fuente solar como predeterminada.

En el caso de que el relé de fase del sistema solar muestre que el voltaje no está en un rango adecuado, se manda a cerrar el contactor de la red eléctrica comercial, siempre y cuando el relé de fase respectivo indique que la fuente está disponible.

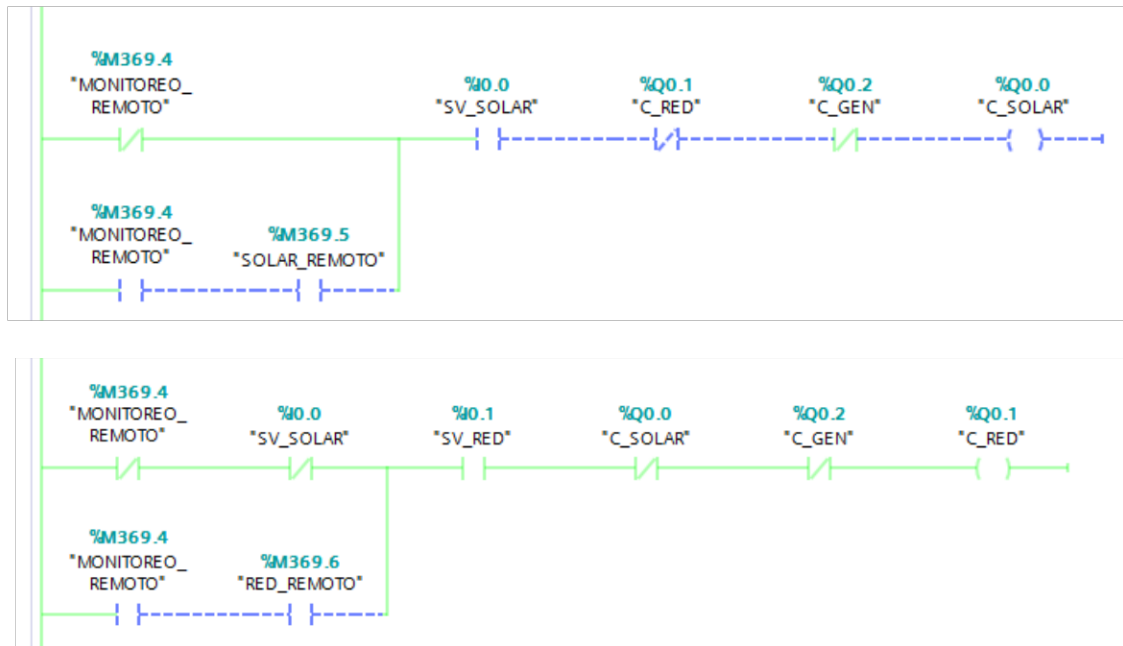


Figura 3.7. Accionamiento del contactor de la red eléctrica comercial.

Al ser la red eléctrica comercial la primera opción si falla el sistema solar, aunque se den las condiciones adecuadas para que arranque el generador, la fuente activa será la red eléctrica comercial.

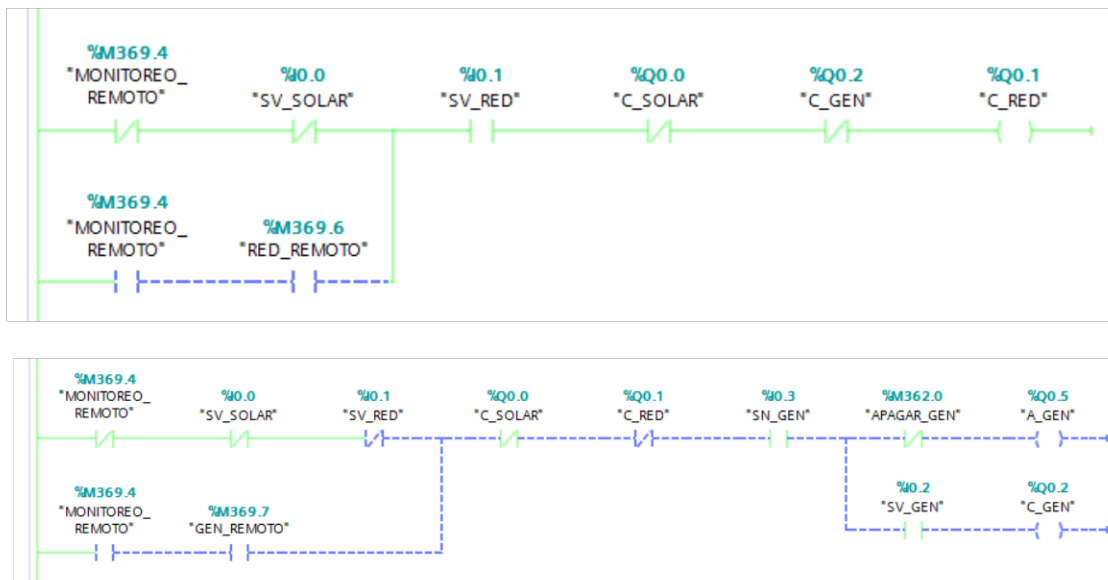


Figura 3.8. Demostración de red eléctrica comercial como primer respaldo de energía.

Si los relés de fase respectivos muestran que falla tanto el sistema solar como la red eléctrica comercial, se debe cumplir que el interruptor de nivel indique que el combustible

es suficiente para arrancar al generador. Una vez que esto ocurre, el relé de fase indica si la fuente está disponible para poder cerrar el respectivo contactor.

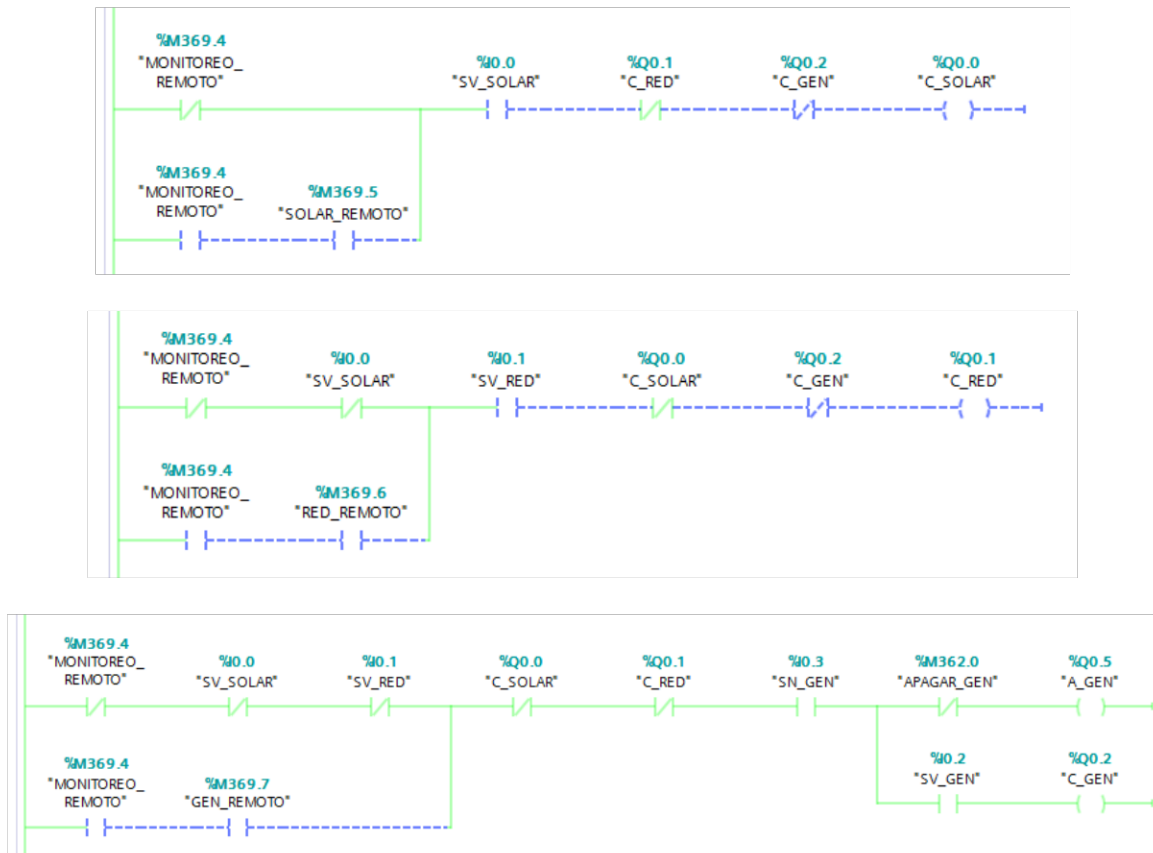


Figura 3.9. Accionamiento del contactor del generador.

Dada que esta es la última fuente de respaldo, es necesario que se intente volver a conectar la misma en caso de que se abra el contactor hasta que regrese alguna de las fuentes principales. Para ello, se utilizó un algoritmo usando un detector de flancos de subida de manera que para que se cierre el contactor del generador necesariamente debe activarse la entrada del relé de fase y para que éste se abra esta señal debe cambiar de estado, haciendo que se vuelva a enviar la señal de arranque al generador esperando a que la condición de nivel de combustible y de voltaje en una fase sean las correctas para que esta fuente sea utilizable.

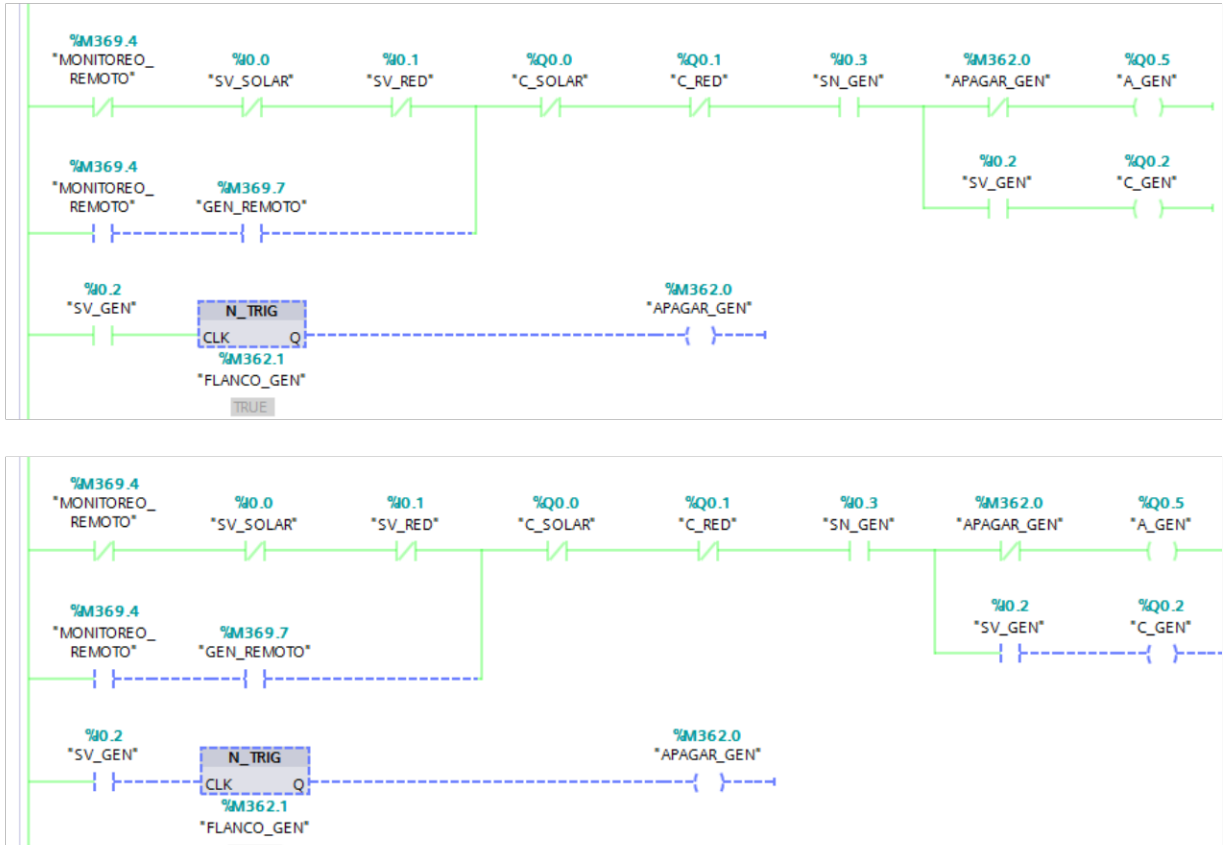


Figura 3.10. Demostración del generador como último respaldo de energía.

Independientemente de la fuente que esté activa, procede observar el voltaje en cada panel y batería.

Dado que se tienen 30 paneles y 12 baterías y sólo se disponen de 6 entradas analógicas, se adquieren las señales a través de multiplexores de forma secuencial. Cada multiplexor tiene 16 entradas por lo cual se utilizan 2 multiplexores para los paneles y 1 para las baterías. La entrada que se lee se controla por 4 señales de control por lo cual se realizó un algoritmo para que automáticamente, secuencial y temporizadamente se lean todas las señales a monitorear.

Se envía en orden ascendente las señales de control a todos los multiplexores, es decir, al enviar 0 en todas se leerá la primera entrada conectada en los multiplexores, el panel 1 y 17 y la batería 1, cuando se envíe 1 en las señales de control de los multiplexores se leerá la segunda entrada conectada en los multiplexores, el panel 2 y 18 y la batería 2 y así hasta que se lean todas las variables necesarias.

Cada 24 horas cambian las señales de control de los multiplexores debido a que estas señales son de monitoreo y si se leyeran más seguido se gastarían los contactos de las

salidas de tipo relé. De todas formas, las señales de control se manejan a través del módulo de expansión de salidas digitales para que si llegan a gastarse los contactos de las salidas de tipo relé se cambie el módulo de expansión y no el PLC, el cual realiza la acción principal de conmutar las fuentes.

El simulador no tiene la opción de simular los módulos de ampliación de entradas y salidas. Sin embargo, al variar las entradas analógicas del PLC se tiene la misma lógica que las del módulo de entradas y por programa se puede observar el valor que se envía al módulo de salidas digitales.

Al iniciar el programa del controlador, se procede a enviar el valor de cero a los multiplexores, haciendo que los mismos envíen en su respectiva salida el valor correspondiente a su primera entrada.

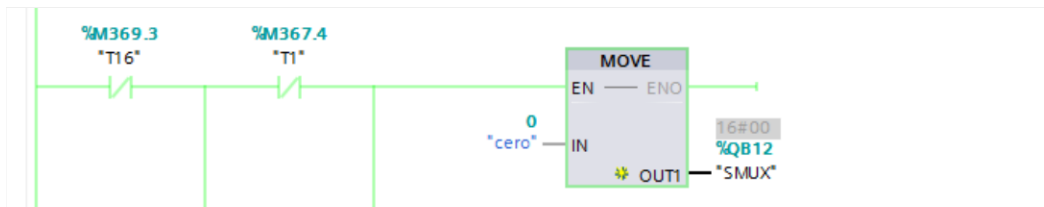


Figura 3.11. Primera señal de control enviada a los multiplexores.

El multiplexor 1 corresponde a los primeros 16 paneles, el orden en el que se los conecta es uno de 30V, el siguiente de 60V, el tercero de 90V y se repite la secuencia hasta completar los 30. Al usar el divisor de voltaje en el panel de 30V, se obtienen 3.26V a la entrada del multiplexor por lo cual, si se sensaran los 10V máximos que acepta la correspondiente entrada analógica del PLC, se midiera un voltaje de 92V, razón por la cual se coloca este valor en el escalamiento.

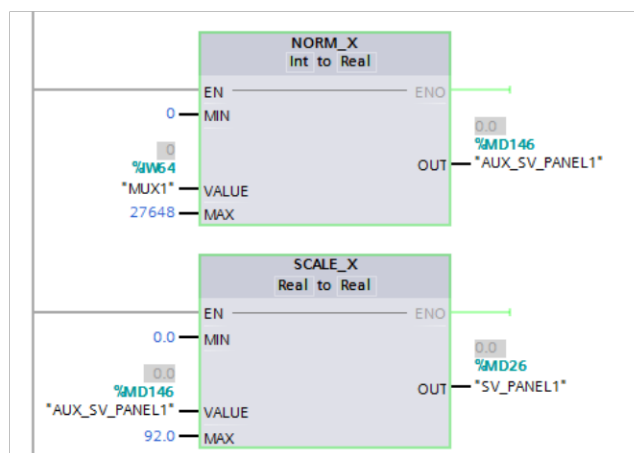


Figura 3.12. Sensado y escalamiento del sensor de voltaje del panel 1.

En los paneles y baterías se coloca una alarma si los valores de voltaje están fuera de un rango de +6V. La misma se observa en la página web. Dado que el voltaje generado por los paneles depende de la cantidad de luz solar absorbida, se coloca una condición de activar la alarma sólo si esta fuente es la activa.



Figura 3.13. Alarma activada debido a que el voltaje del panel 1 está fuera de rango.

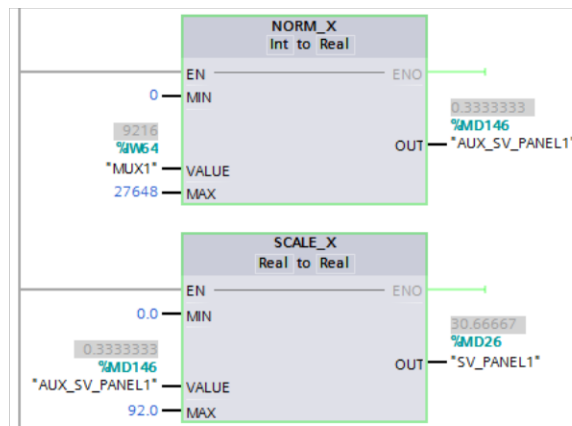


Figura 3.14. Sensado y escalamiento del sensor de voltaje del panel 1 en rango establecido.

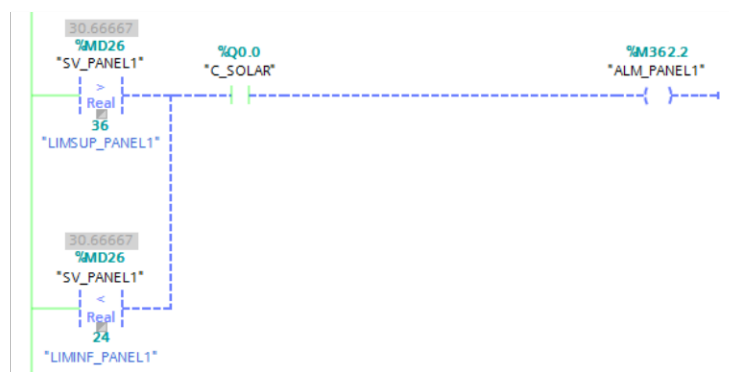


Figura 3.15. Alarma desactivada debido a que el voltaje del panel 1 está dentro del rango establecido.

Dado que las señales de control se envían a los 3 multiplexores, al mismo tiempo se sensa el primer panel del 2do multiplexor, es decir, el 17, el cual corresponde a una señal de 60V. En este caso se escala a 190V como máximo debido a que los 60V se bajan a 3.15V con el correspondiente divisor de voltaje. Se tiene el mismo mecanismo para la alarma si el voltaje medido está fuera de los límites especificados.

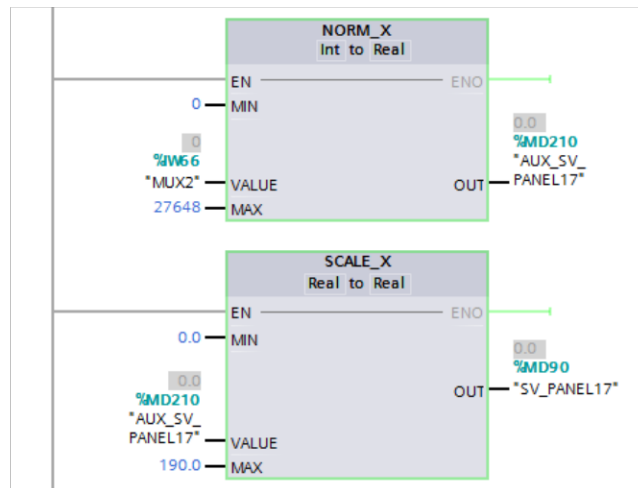


Figura 3.16. Sensado y escalamiento del sensor de voltaje del panel 17.

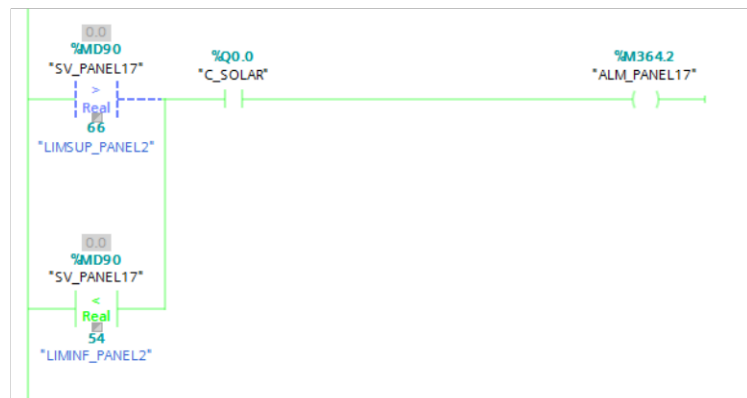


Figura 3.17. Alarma activada debido a que el voltaje del panel 17 está fuera de rango.

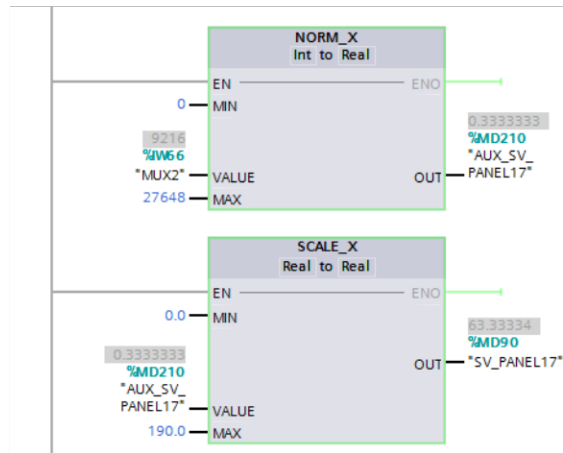


Figura 3.18. Sensado y escalamiento del sensor de voltaje del panel 17 en rango establecido.



Figura 3.19. Alarma desactivada debido a que el voltaje del panel 17 está dentro del rango establecido.

El multiplexor 3 es el encargado de sensar el voltaje de las baterías. Como se mencionó, el simulador no permite variar entradas analógicas del módulo de ampliación por lo cual no se puede indicar la medición de la batería respectiva en un rango adecuado. Dado que la batería es de 12V se escala a 37V como máximo, ya que, con el divisor de voltaje se envían 3.24V a la entrada del multiplexor.

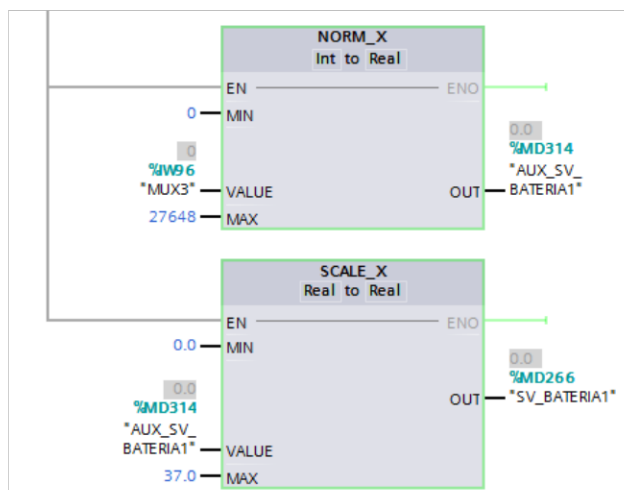


Figura 3.20. Sensado y escalamiento del sensor de voltaje de la batería 1.

La alarma en el caso de las baterías no se activa sólo cuando el sistema solar está activo dado que las mismas generan su voltaje especificado independientemente de la fuente activa.

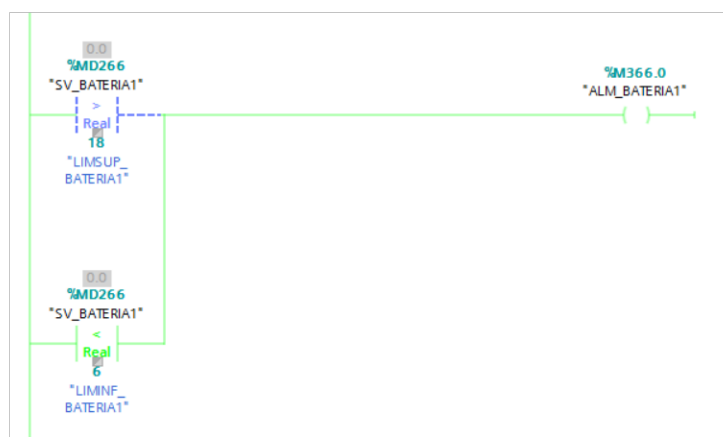


Figura 3.21. Alarma activada debido a que el voltaje de la batería 1 está fuera de rango.

Una vez que pasa el tiempo especificado en los temporizadores, se procede a enviar la siguiente señal de control a los multiplexores, es decir 1. Con ello se procede a leer el sensor de corriente correspondiente a la red eléctrica comercial y los de voltaje de los paneles 2 y 18 y de la batería 2.

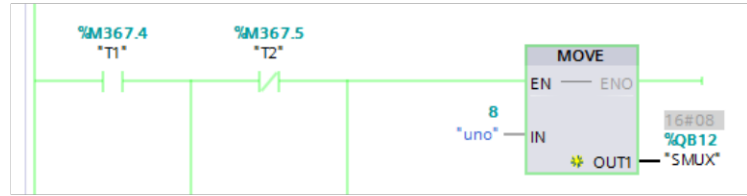


Figura 3.22. Segunda señal de control enviada a los multiplexores.

En el primer multiplexor se lee la señal de voltaje del panel 2, el cual es de 60V por lo cual tiene el mismo escalamiento que el panel 17. Para esta demostración se muestra la alarma activarse cuando el voltaje es mayor al especificado del rango tomado como correcto.

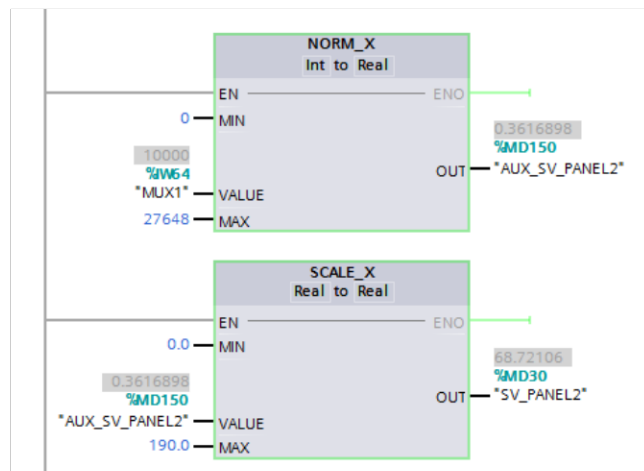


Figura 3.23. Sensado y escalamiento del sensor de voltaje del panel 2.

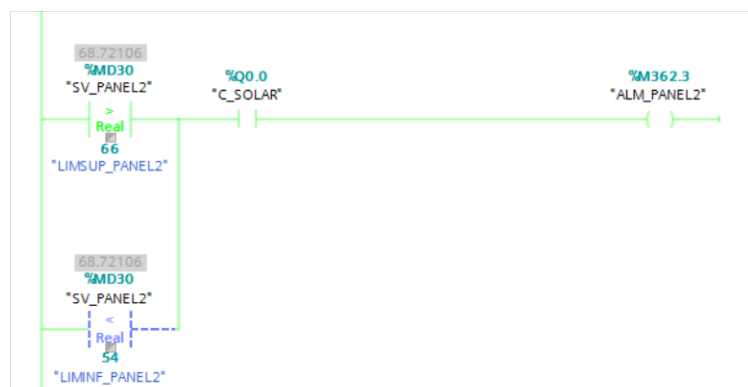


Figura 3.24. Alarma activada debido a que el voltaje del panel 2 está fuera de rango.

Con el multiplexor 2 se lee el voltaje del panel 18. Este panel corresponde a una señal de 90V por lo cual se escala a 280V, con el divisor de voltaje se baja a 3.21V para que esta señal pueda ingresar al multiplexor. De igual forma, se presenta un caso en el cual el voltaje supera el rango establecido como adecuado.

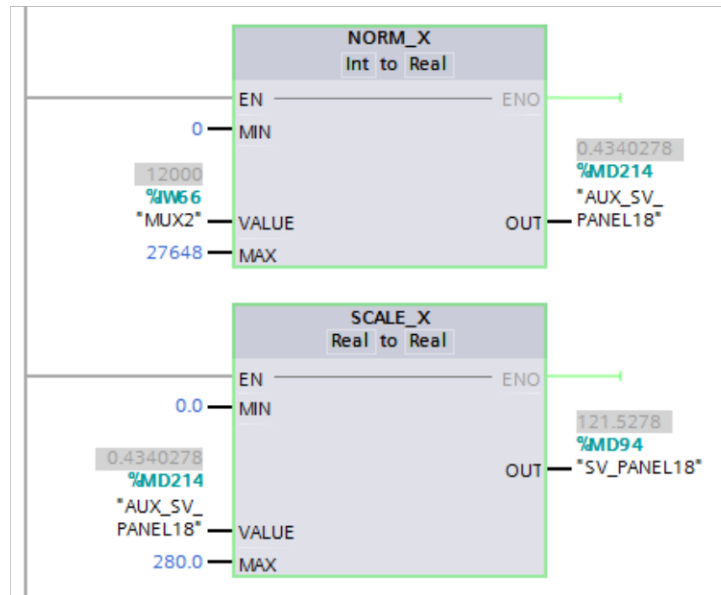


Figura 3.25. Sensado y escalamiento del sensor de voltaje del panel 18.

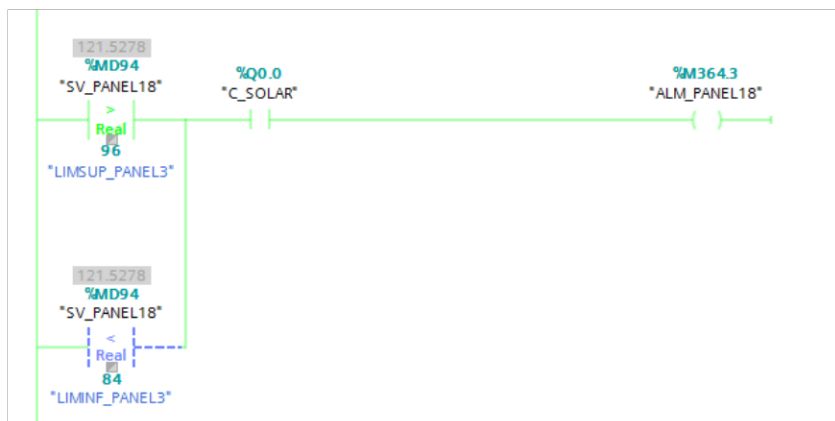


Figura 3.26. Alarma activada debido a que el voltaje del panel 18 está fuera de rango.

Con el multiplexor 3 se lee el voltaje de la batería 2, la cual corresponde a una señal de 24V por lo cual se la escala a 66V porque el divisor de voltaje baja la tensión a 3.63V. El simulador no permite cambiar el valor de esta entrada analógica al pertenecer al módulo de expansión por lo cual se observa el caso cuando la señal es de 0V.

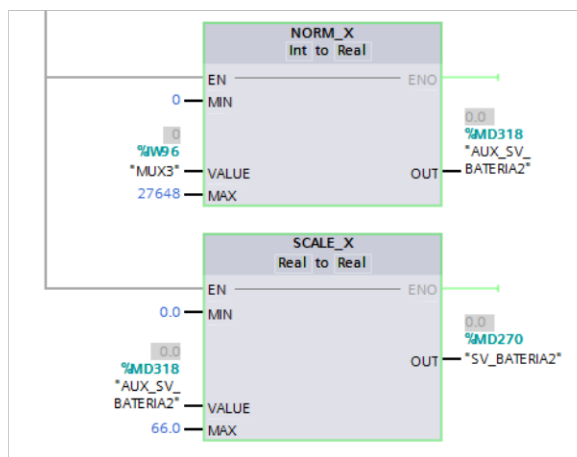


Figura 3.27. Sensado y escalamiento del sensor de voltaje de la batería 2.

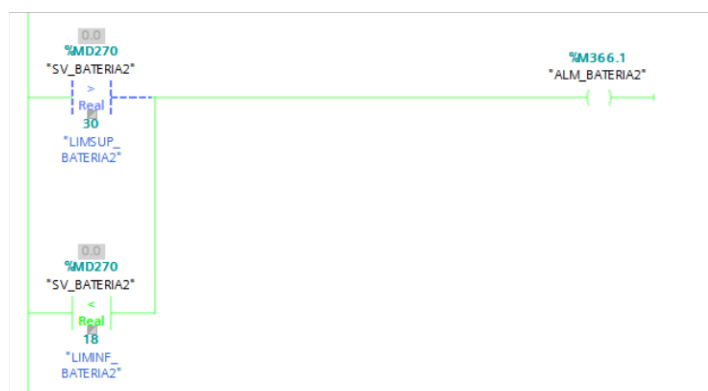


Figura 3.28. Alarma activada debido a que el voltaje de la batería 2 está fuera de rango.

Este proceso de sensado es continuo y repetitivo. Se tienen 16 temporizadores porque se tienen 16 entradas en los multiplexores. Sin embargo, sólo en el primer multiplexor se ocupan las 16, en el segundo se ocupan 14 y en el tercero se ocupan 12, por lo cual se podrían aumentar el número de sensores si existe una ampliación de equipos en un futuro.

3.2 CONCLUSIONES

Se observó la utilidad de realizar un diagrama P&ID, ya que, el mismo fue la guía para realizar las conexiones de los equipos del sistema al presentar en el mismo la alimentación, y terminales de cada equipo.

La simulación del programa del PLC representó una corroboración y preventivo antes de implementar el sistema automatizado debido a que en la misma se observaron las condiciones planteadas y se revisó el correcto funcionamiento del algoritmo; el cual si fuese incorrecto puede representar un peligro potencial al trabajar con elementos de potencia

como contactores que pueden generar un gran cortocircuito si se cierran dos o más a la vez.

No se logró simular el cambio de estado de la entrada analógica del módulo de expansión ni el monitoreo remoto debido a las limitaciones del simulador. Sin embargo, se comprobó su funcionamiento en la implementación del sistema.

Se lograron realizar las mediciones de resistividad del suelo del sitio y el respectivo diseño de puesta a tierra con pararrayos, observando la diferencia que supone la inclusión de este equipo de protección.

3.3 RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar una revisión de la norma ISA 5.1 antes de realizar el diagrama P&ID debido a que en la misma se pueden encontrar símbolos de equipos a utilizar antes de plantear una simbología de los mismos.

Se recomienda realizar un curso de HTML para entender el back-end de una página web a detalle y las configuraciones que se pueden realizar en la misma para lograr un correcto monitoreo remoto desde un navegador.

Se recomienda realizar una revisión bibliográfica de los sistemas de puesta a tierra con pararrayos para observar el proceso de diseño de una puesta a tierra al añadir este equipo.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] M. A. Jácome Torres, «DISEÑO IMPLEMENTACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE UN MÓDULO DE CONTROL MEDIANTE PLC EN CONFIGURACIÓN SCADA EN EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN DE LA FIE PARA EL CONTROL AUTOMÁTICO DEL SISTEMA DE ENVASADO,» ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, Riobamba, 2012.
- [2] sateladmin, «SATEL,» 18 Marzo 2019. [En línea]. Available: <https://blog.satelimportadores.com/valvulas/simbologia-de-las-valvulas-tuberia/>. [Último acceso: 19 Enero 2022].
- [3] J. Carballo Sierra y D. Romero Lara, «TUTORIAL NORMA ISA S5.1 Y DIAGRAMAS P&ID,» UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR, Cartagena de Indias, 2011.
- [4] S. Moya, «InTech,» 21 Mayo 2019. [En línea]. Available: <https://www.isamex.org/intechmx/index.php/2019/05/21/importancia-y-utilizacion-del-estandar-ansi-isa-s5-1/>. [Último acceso: 24 Enero 2022].
- [5] Ó. L. Garcés Coca y Á. A. Shagñay Pucha, «IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE ALMACENAMIENTO DE PROBETAS DE DISTINTOS MATERIALES Y TAMAÑOS CONTROLADOR POR PLC Y PANTALLA TÁCTIL PARA EL LABORATORIO DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA ESPOCH,» ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, Riobamba, 2014.
- [6] mercadolibre, «mercadolibre,» [En línea]. Available: https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-504967461-plc-logo-8-1224-rce-siemens-quito-_JM. [Último acceso: 19 Enero 2022].
- [7] R. I. López Ortiz y J. J. Masabanda Pinza, «DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA MODULAR FLEXIBLE DE CLASIFICACIÓN DE PIEZAS CON PLC'S SIMATIC (SIEMENS), PARA EL APRENDIZAJE DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL,» UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO, Quito, 2013.
- [8] SIEMENSLOGO, «SIEMENSLOGO,» [En línea]. Available: <https://siemenslogo.com/19-modulos-de-expansion-siplus-para-siemens-logo-8-entradas-salidas>. [Último acceso: 19 Enero 2022].
- [9] C. T. Aparicio García, «ESTRUCTURACIÓN DE SISTEMAS DE CONTROL DE EVENTOS DISCRETOS EN UN PLC APLICADO A PROCESOS HÍBRIDOS,» INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY, Monterrey, 2008.
- [10] G. Téllez Castillo, «UN MODELO DE INTÉRPRETE PARA UN LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN DE SISTEMAS BASADO EN C,» INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL, México D.F., 2011.

- [11] H. B. Figueroa Carrascoza, «DISEÑO DE UN MANUAL PARA LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO DEL CURSO PRÁCTICAS INTERMEDIAS PARA LOS ESTUDIANTES DE LAS CARRERAS DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y MECÁNICA ELÉCTRICA,» UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, Guatemala, 2011.
- [12] J. R. Vaello Sancho, «Automatismo Industrial,» [En línea]. Available: <https://automatismoindustrial.com/automatas/g-1-introduccion-automatas-programables-plcs/d-9-4-lenguaje-de-contactos/>. [Último acceso: 19 Enero 2022].
- [13] A. C. Alarcón Sánchez y M. Jirón Proaño, «IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL MEDIANTE PLC PARA UN HORNO DE UNA FÁBRICA DE ACERO,» ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL, Quito, 2007.
- [14] SIEMENS, «SIEMENS,» [En línea]. Available: [https://support.industry.siemens.com/cs/document/60497454/%C2%BFc%C3%B3mo-se-puede-simular-una-comunicaci%C3%B3n-entre-2-cpus-s7-400-con-el-step-7-\(tia-portal\)-?dti=0&lc=es-ww](https://support.industry.siemens.com/cs/document/60497454/%C2%BFc%C3%B3mo-se-puede-simular-una-comunicaci%C3%B3n-entre-2-cpus-s7-400-con-el-step-7-(tia-portal)-?dti=0&lc=es-ww). [Último acceso: 19 Enero 2022].
- [15] B. Chavarría Neira y E. Gudiño De la A, «IMPLEMENTACIÓN DE UN SERVIDOR WEB Y UN DISEÑO DE UNA PÁGINA UTILIZANDO HERRAMIENTAS DE SOFTWARE LIBRE PARA EL DISPENSARIO "SAGRADA FAMILIA" DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL,» UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA, Guayaquil, 2017.
- [16] O.S.Group, «O.S.Group,» [En línea]. Available: <https://www.osgroup.co/que-es-un-servidor-web/>. [Último acceso: 19 Enero 2022].
- [17] M. F. Hernández Méndez y G. S. Parrales Higuera, «INSTALACIÓN Y SEGURIDAD DE LAS REDES INALÁMBRICAS EN LA CLÍNICA "DR. RAFAEL HERNÁNDEZ TROYA",» UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO, Babahoyo, 2011.
- [18] P. Ruiz, «SomeBooks,» 18 Diciembre 2017. [En línea]. Available: <http://somebooks.es/averiguar-la-ip-publica-desde-ubuntu/>. [Último acceso: 19 Enero 2022].
- [19] V. C. Almache Barahona, «DISEÑO DE UN HMI EN WEB SERVER DEL PLC S7-1200/1500 PARA EL CONTROL DE UN PROCESO MULTIVARIABLE DE UN MÓDULO DIDÁCTICO PARA EL LABORATORIO DE HIDRÓNICA Y NEUTRÓNICA DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA,» UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE, Latacunga, 2017.
- [20] M. A. Villamar Coloma, «APLICACIÓN MÓVIL PARA PUBLICIDAD Y VENTAS DEL ALMACÉN BABAHOYO,» UNIVERSIDAD REGIONAL AUTÓNOMA DE LOS ANDES "UNIANDES", Ambato, 2017.
- [21] J. E. Peralta Méndez, «DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN WEB DIRIGIDA A LA GESTIÓN DE PROCESO DE PUBLICACIONES CIENTÍFICAS EN LA FACULTAD

DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL,»
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, Guayaquil, 2020.

- [22] R. Murga Tapia, «DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PLATAFORMA PARA IMPLEMENTAR UNA LÍNEA DE PRODUCTOS DE SOFTWARE,» INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL, México D.F., 2013.
- [23] ironhack, «ironhack,» [En línea]. Available: <https://www.ironhack.com/es/desarrollo-web/diferencias-entre-front-end-y-back-end/>. [Último acceso: 19 Enero 2022].
- [24] R. E. Rodríguez Rodríguez y D. C. Escobar Ravelo, «INTEGRACIÓN DE PLUGIN A UN NAVEGADOR WEB PARA ANÁLISIS DE VULNERABILIDADES EN JAVASCRIPT,» UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA, BOGOTÁ, 2014.
- [25] embou, «embou,» 18 Junio 2020. [En línea]. Available: <https://www.embou.com/blog/los-mejores-navegadores-web-de-internet/>. [Último acceso: 24 Enero 2022].
- [26] mundocuentas, «mundocuentas,» [En línea]. Available: <https://www.mundocuentas.com/chrome/>. [Último acceso: 2022 Enero 24].
- [27] P. M. Gómez Aguilar, «DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PUESTAS A TIERRA PARA EL COLEGIO TÉCNICO INDUSTRIAL GUALACEO, BASADO EN LAS RECOMENDACIONES PRÁCTICAS PARA EL ATERRIZAMIENTO EN SISTEMAS ELÉCTRICOS COMERCIALES E INDUSTRIALES DE LA IEEE,» UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA, Cuenca, 2010.
- [28] mayentwp, «mayent,» 15 Junio 2020. [En línea]. Available: <https://www.mayent.com.ec/importancia-de-los-sistemas-puesta-a-tierra/>. [Último acceso: 19 Enero 2022].
- [29] sonel, «sonel,» [En línea]. Available: <https://www.sonel.pl/es/centro-de-conocimiento/articulos/telurometros/mediciones-de-resistencia-de-puesta-tierra-el-medidor-correctamente-seleccionado-garantiza-mediciones-correctas/>. [Último acceso: 24 Enero 2022].
- [30] J. F. Lazo Cárdenas y N. A. Vélez Tenemaza, «ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PARARRAYOS EN SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE MEDIA TENSIÓN,» UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA, Cuenca, 2016.
- [31] aprender.org, «aprender.org,» [En línea]. Available: <https://www.aprender.org/quien-invento-el-pararrayos/>. [Último acceso: 19 Enero 2022].
- [32] GMC INSTRUMENTS, «GMC INSTRUMENTS,» [En línea]. Available: <https://www.gmc-instruments.de/en/products/geohm-c/>. [Último acceso: 3 Enero 2022].

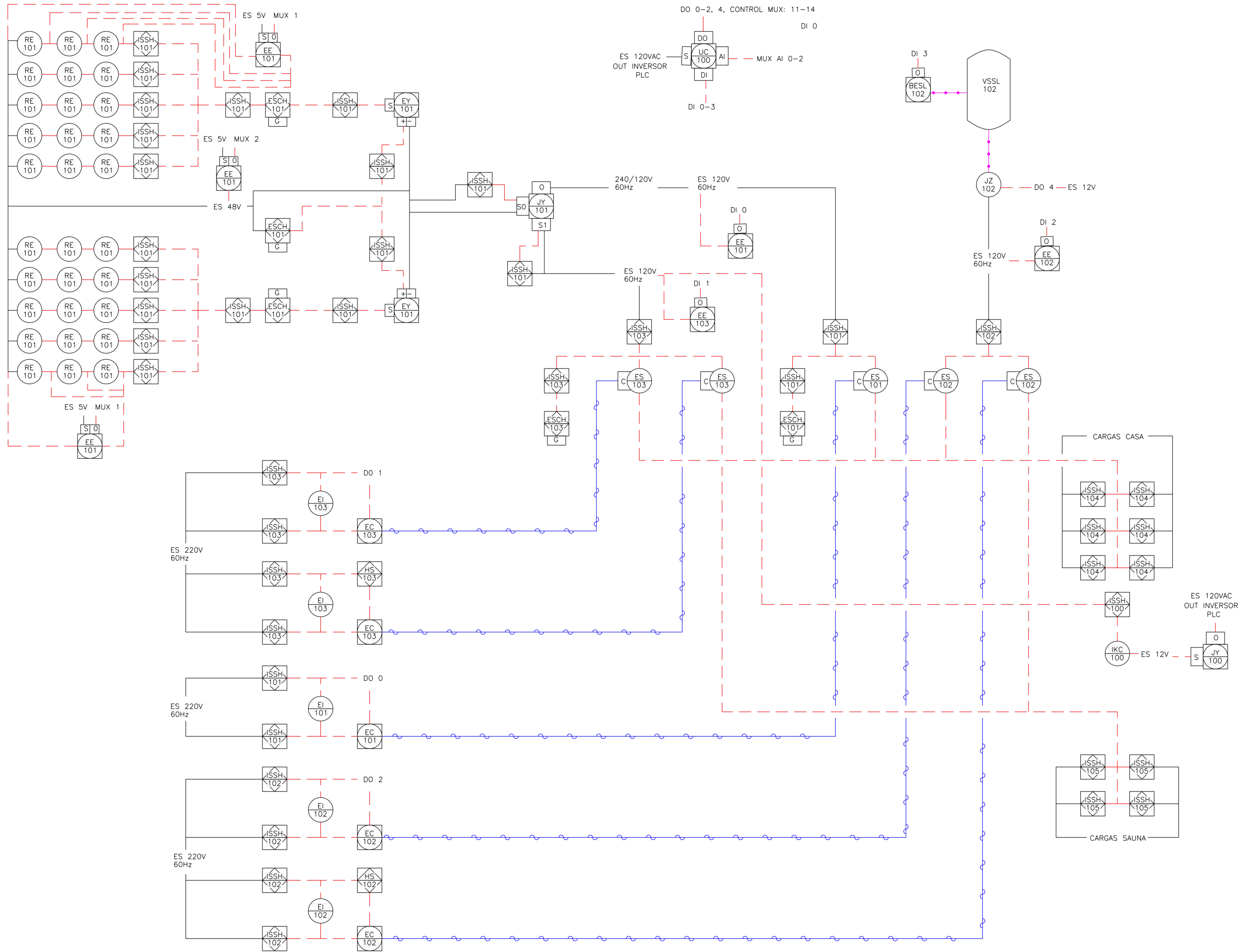
5. ANEXOS

ANEXO I. Diagrama P&ID y Diagramas Eléctricos

ANEXO II. Programa del PLC

ANEXO III. Código de la página web

ANEXO I



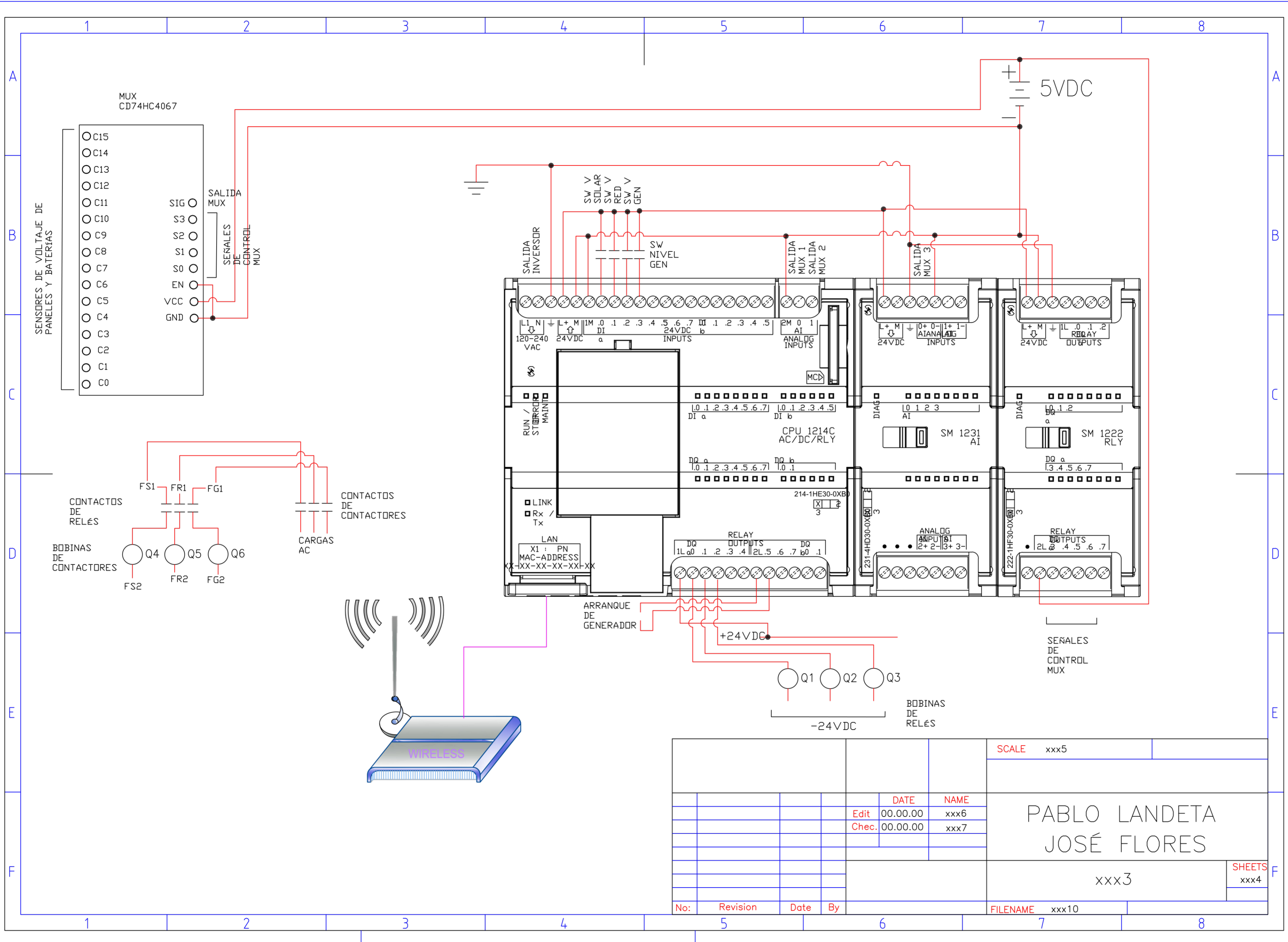
General Notes

No.	Revision/Issue	Date

Drawing Name: **Proyecto PABLO LANDETA JOSÉ FLORES**

Project Name and Address: **Project 6**

Area: #####	Stamp
Drawing Number: #####	
Author: José Andres	



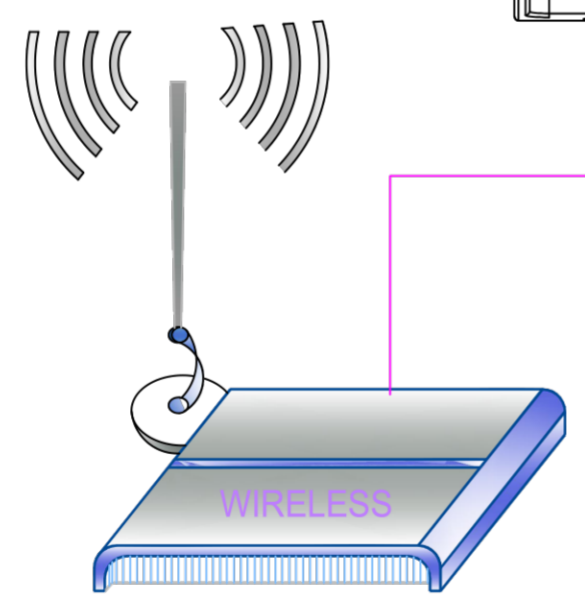
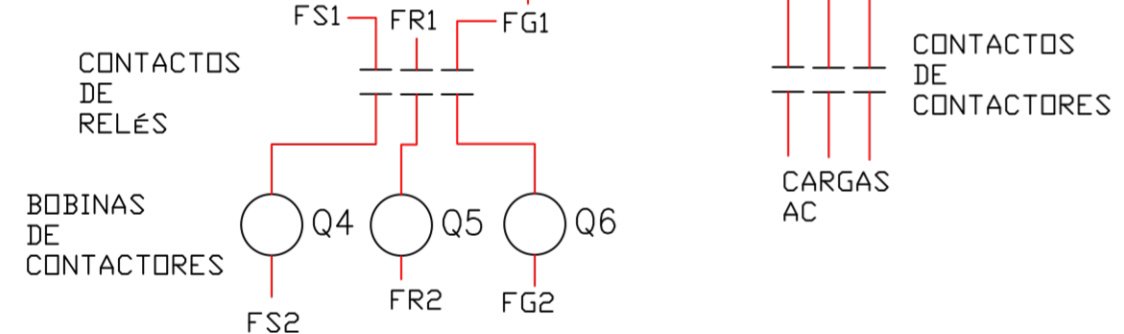
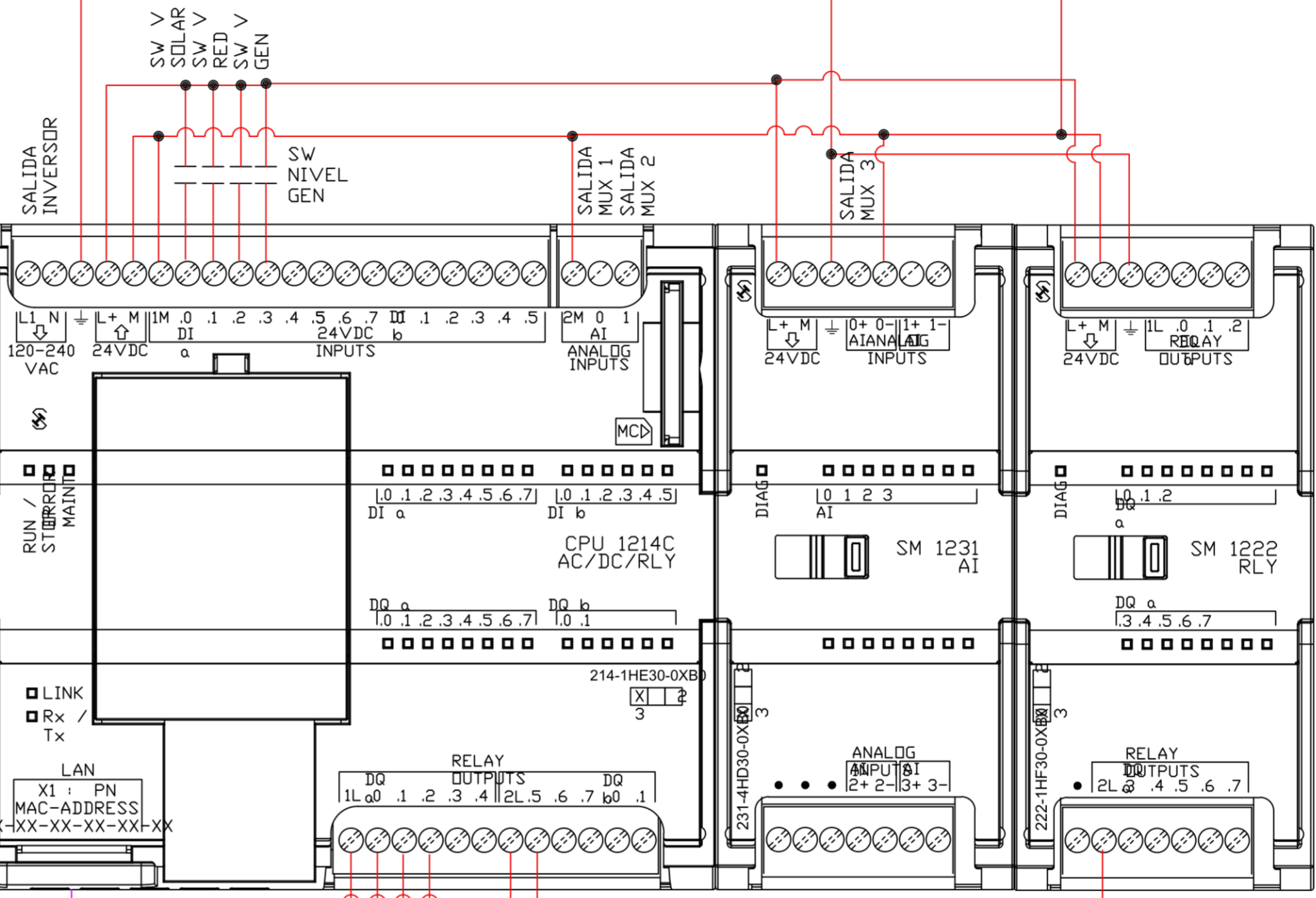
MUX
CD74HC4067

- SENSORES DE VOLTAJE DE
PANELES Y BATERIAS
- C15
 - C14
 - C13
 - C12
 - C11
 - C10
 - C9
 - C8
 - C7
 - C6
 - C5
 - C4
 - C3
 - C2
 - C1
 - C0

SIG ○ SALIDA MUX
S3 ○
S2 ○
S1 ○
S0 ○
EN ○
VCC ○
GND ○

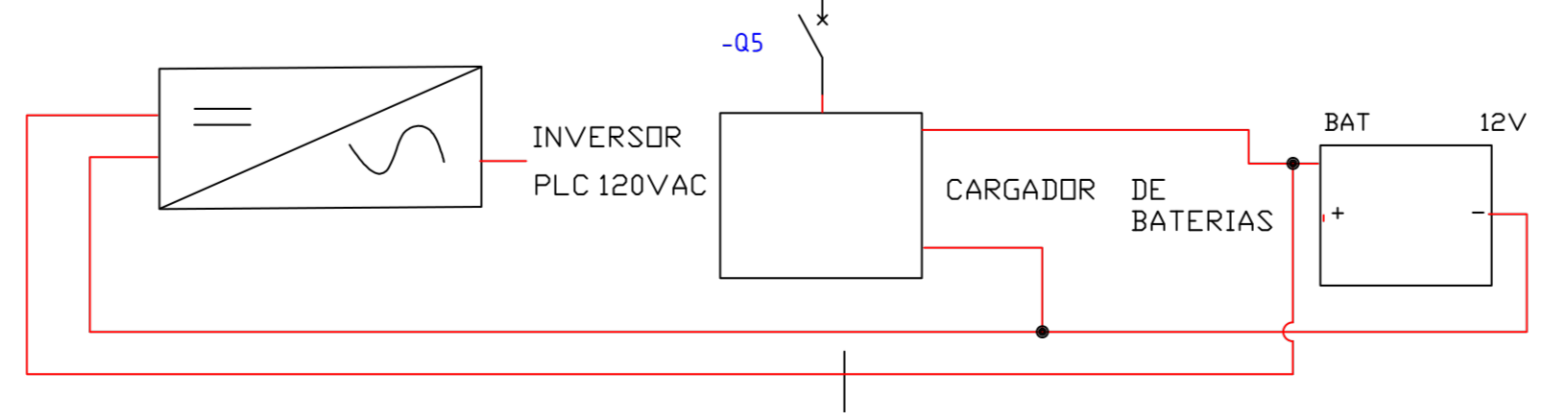
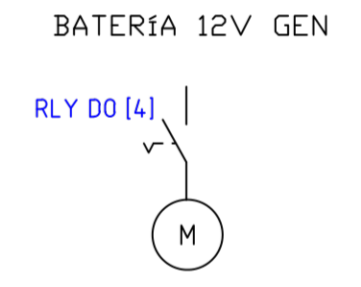
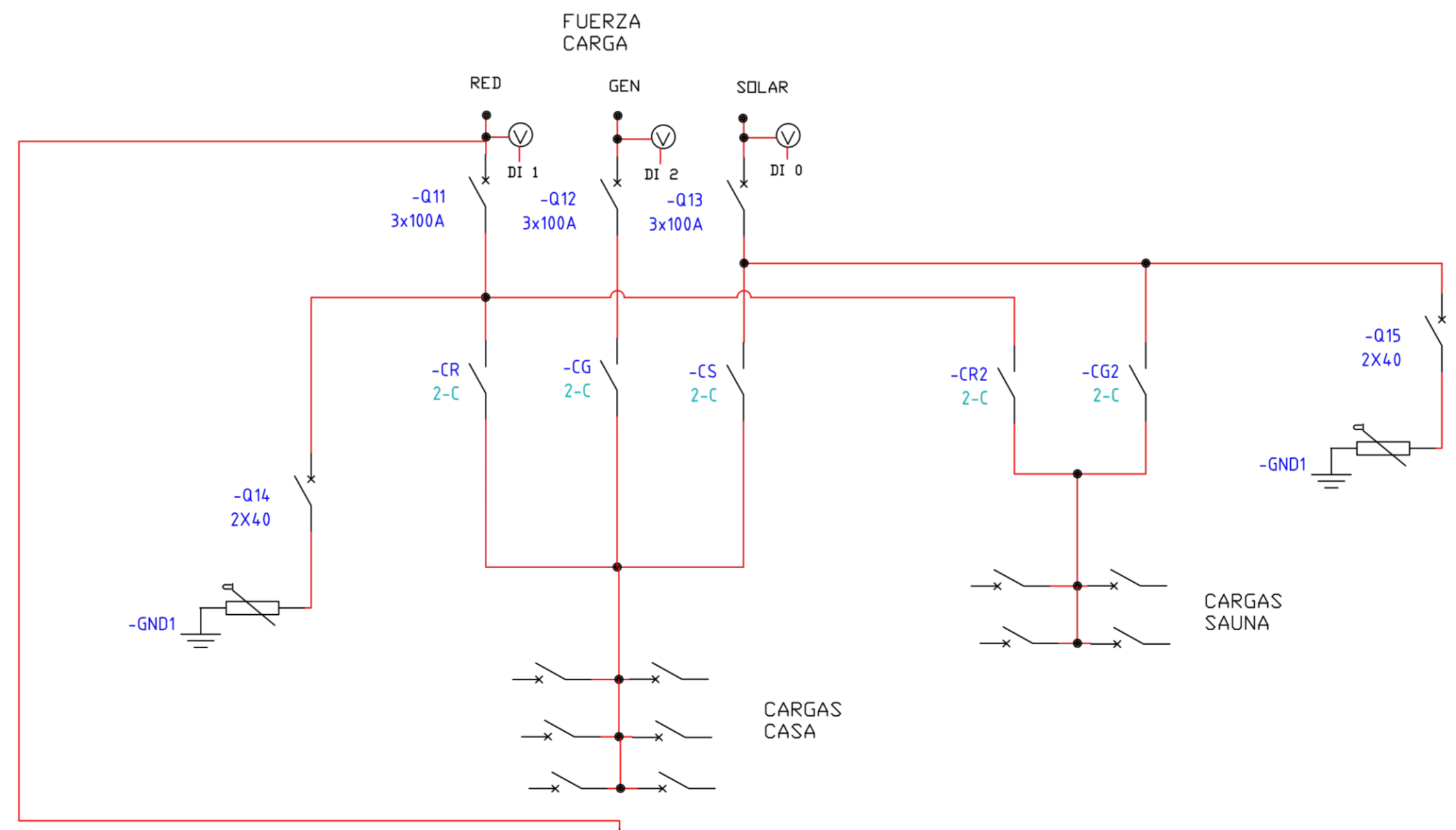
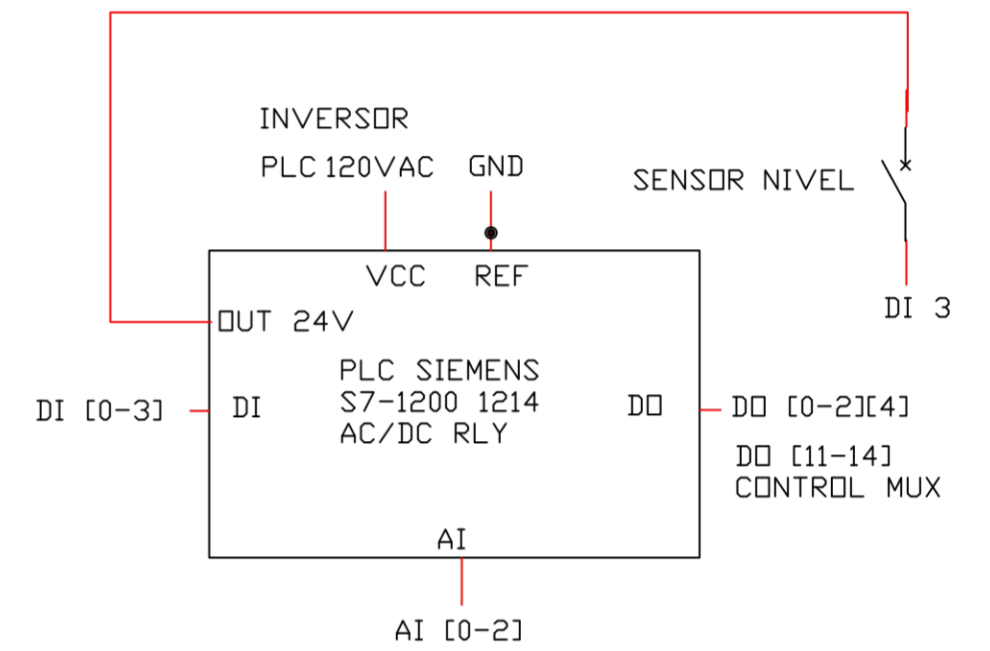
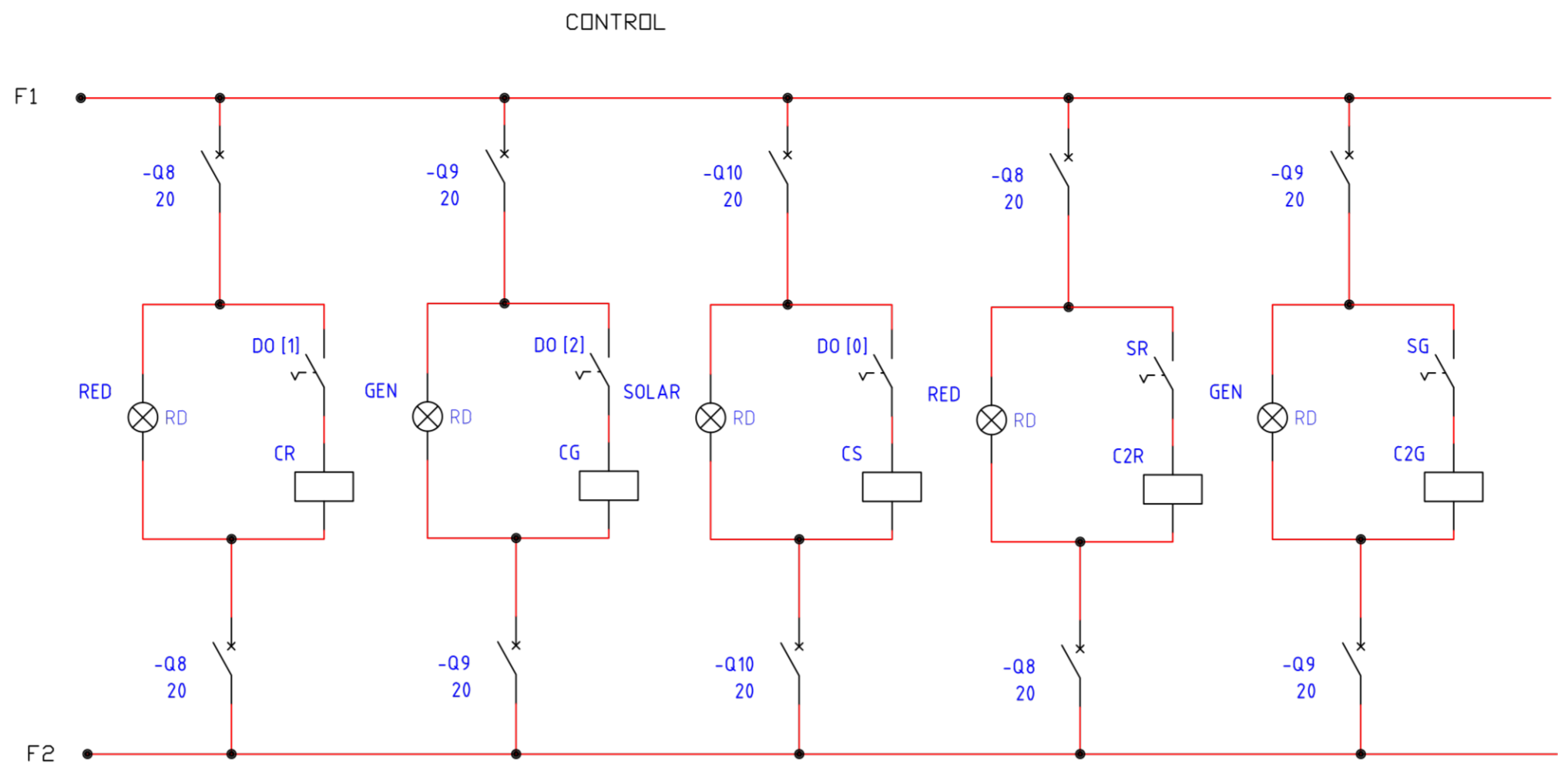
SENALES DE CONTROL MUX

5VDC

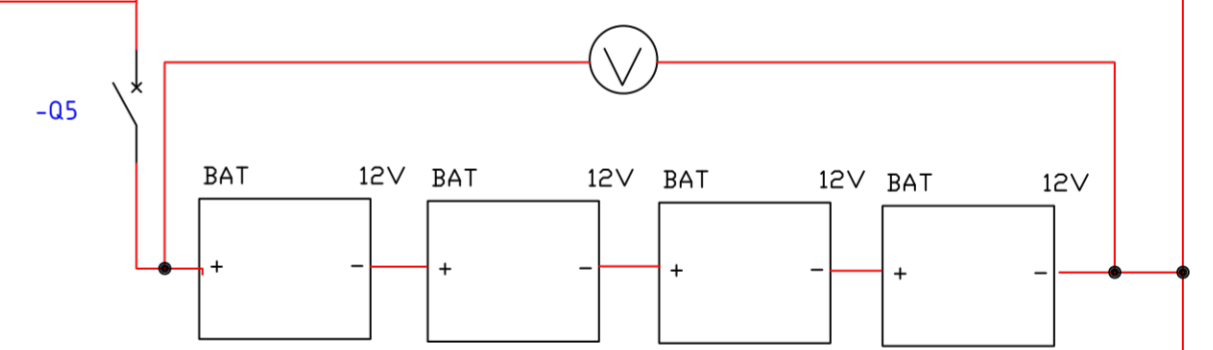
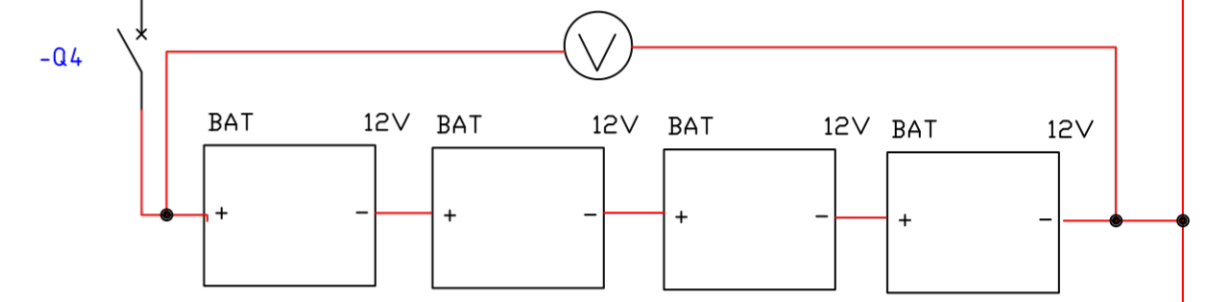
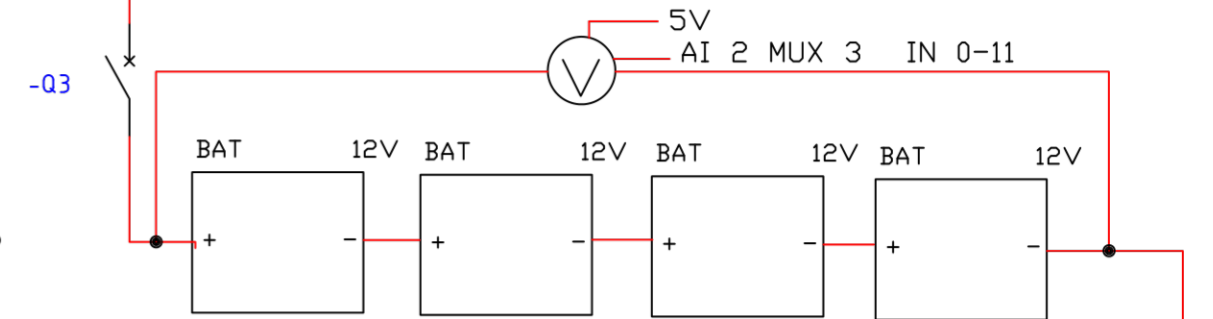
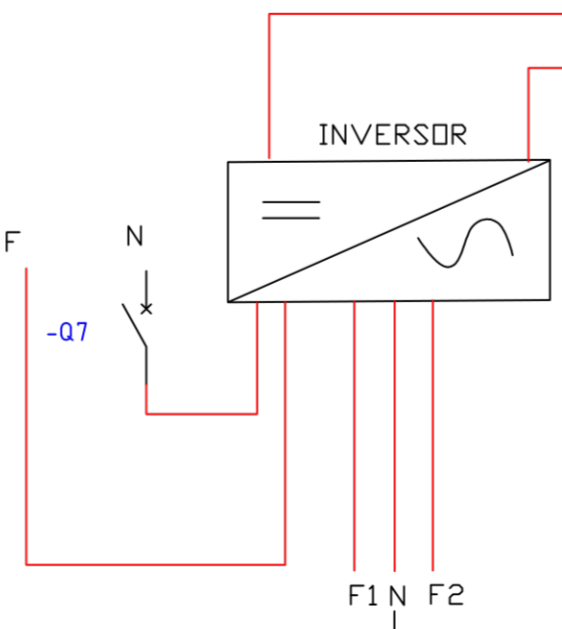
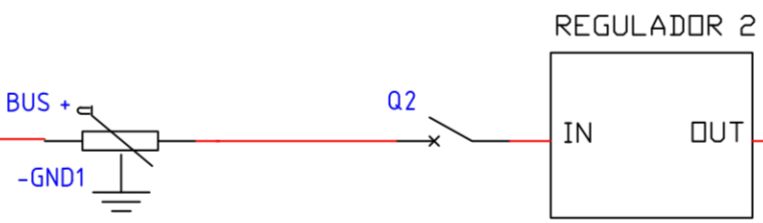
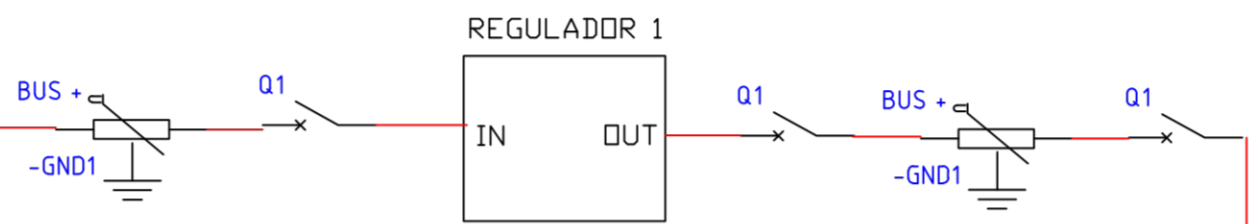
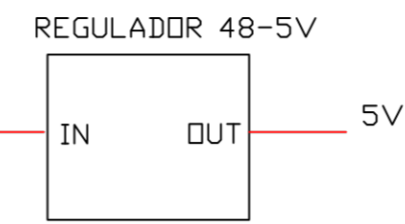
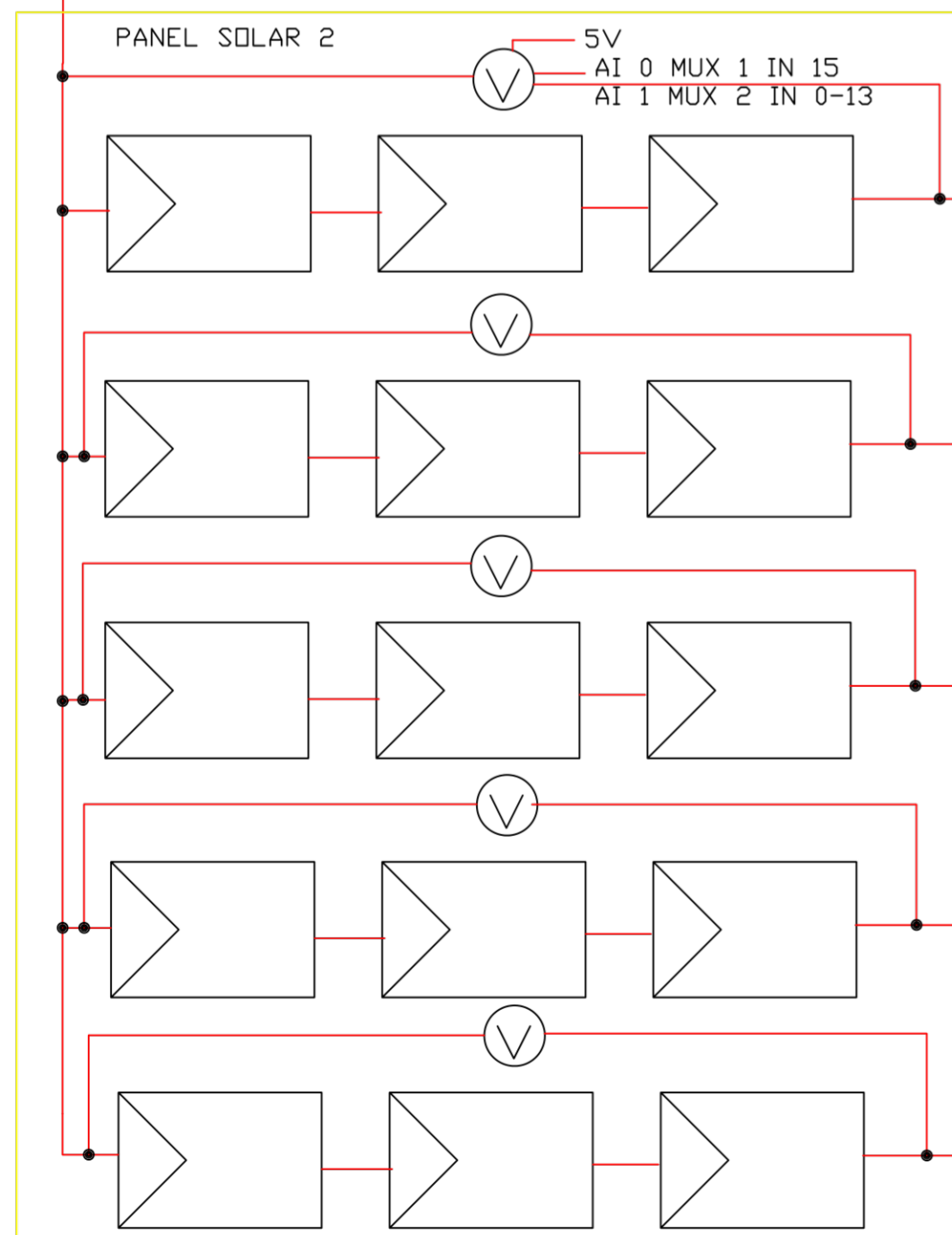
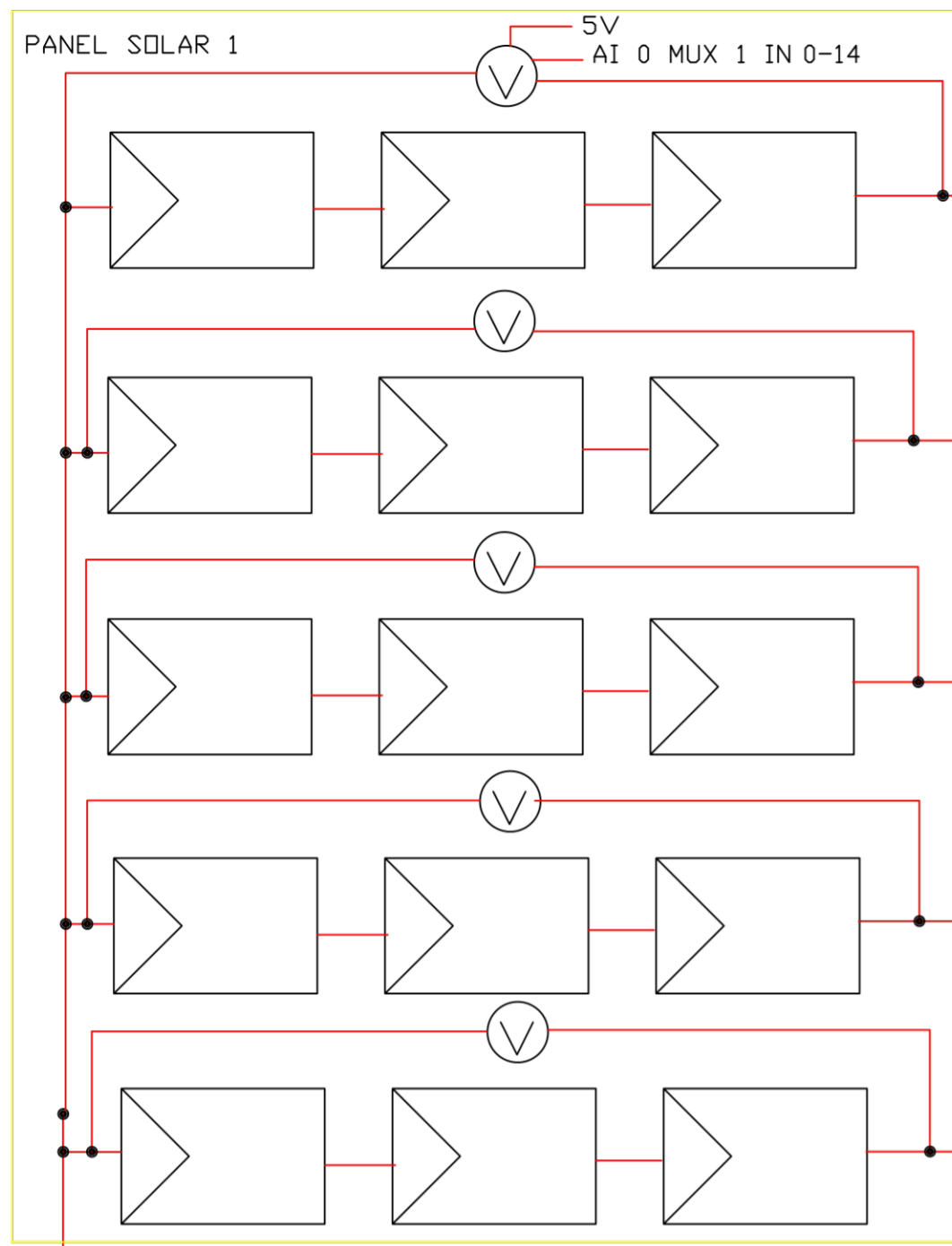


				SCALE	xxx5
				PABLO LANDETA JOSÉ FLORES	
		DATE	NAME		
		Edit 00.00.00	xxx6		
		Chec. 00.00.00	xxx7		
				xxx3	
				SHEETS xxx4	
No:	Revision	Date	By	FILENAME	xxx10

A
B
C
D
E
F
G
H



SCALE		xxx5
DATE	NAME	PABLO LANDETA JOSÉ FLORES
Edit 00.00.00	PL Y JF	
Chec. 00.00.00	xxx7	
SHEETS		xxx4



SCALE xxx5		
	DATE	NAME
Edit	00.00.00	PL y JF
Chc.	00.00.00	xxx7
PABLO LANDETA JOSÉ FLORES		
		xxx3
		SHEETS xxx4

Tesis / PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] / Program blocks

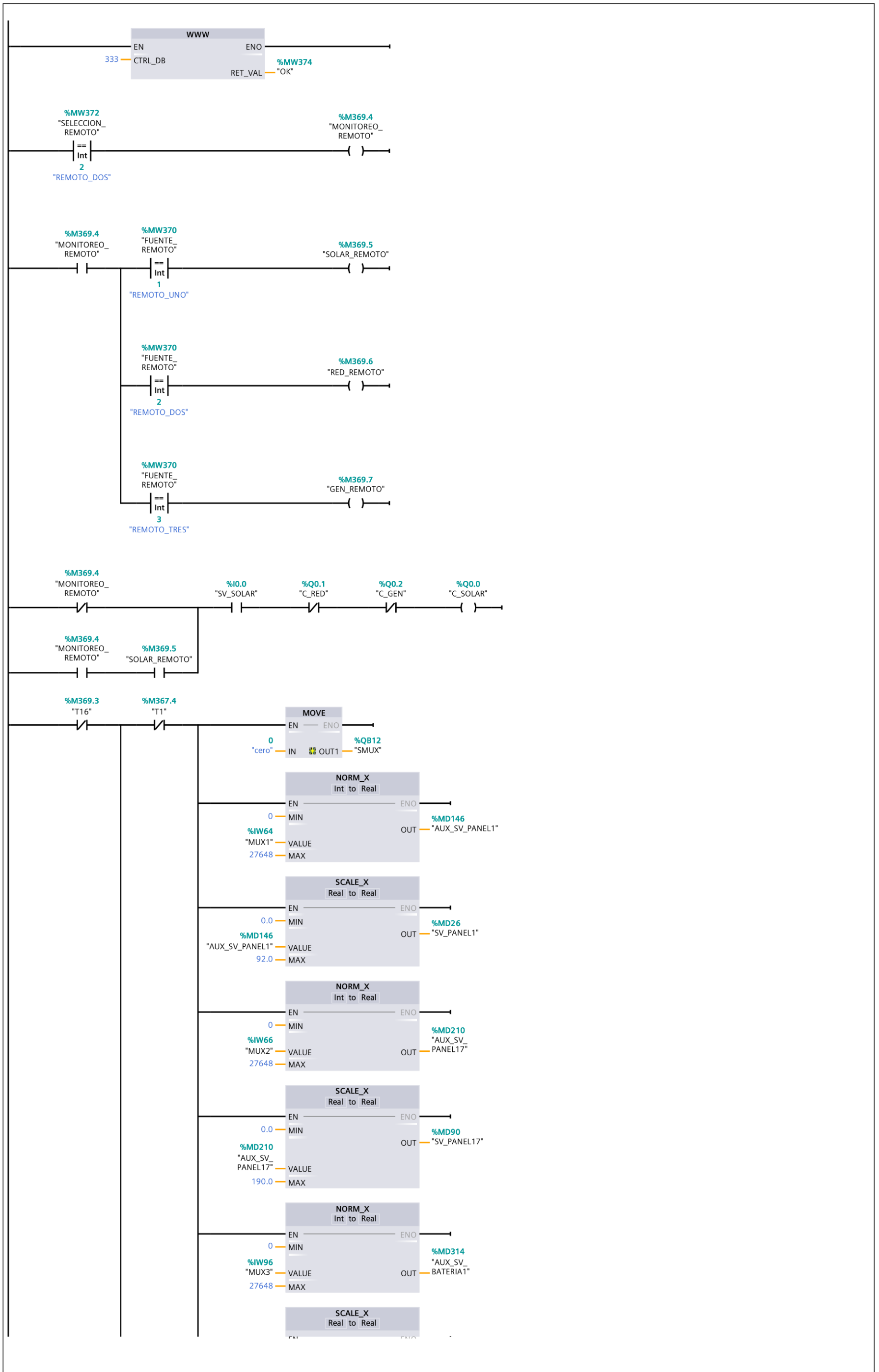
Main [OB1]

Main Properties							
General							
Name	Main	Number	1	Type	OB	Language	LAD
Numbering	automatic						
Information							
Title	"Main Program Sweep (Cycle)"	Author		Comment		Family	
Version	0.1	User-defined ID					

Main			
Name	Data type	Default value	Comment
▼ Input			
Initial_Call	Bool		Initial call of this OB
Remanence	Bool		=True, if remanent data are available
Temp			
Constant			

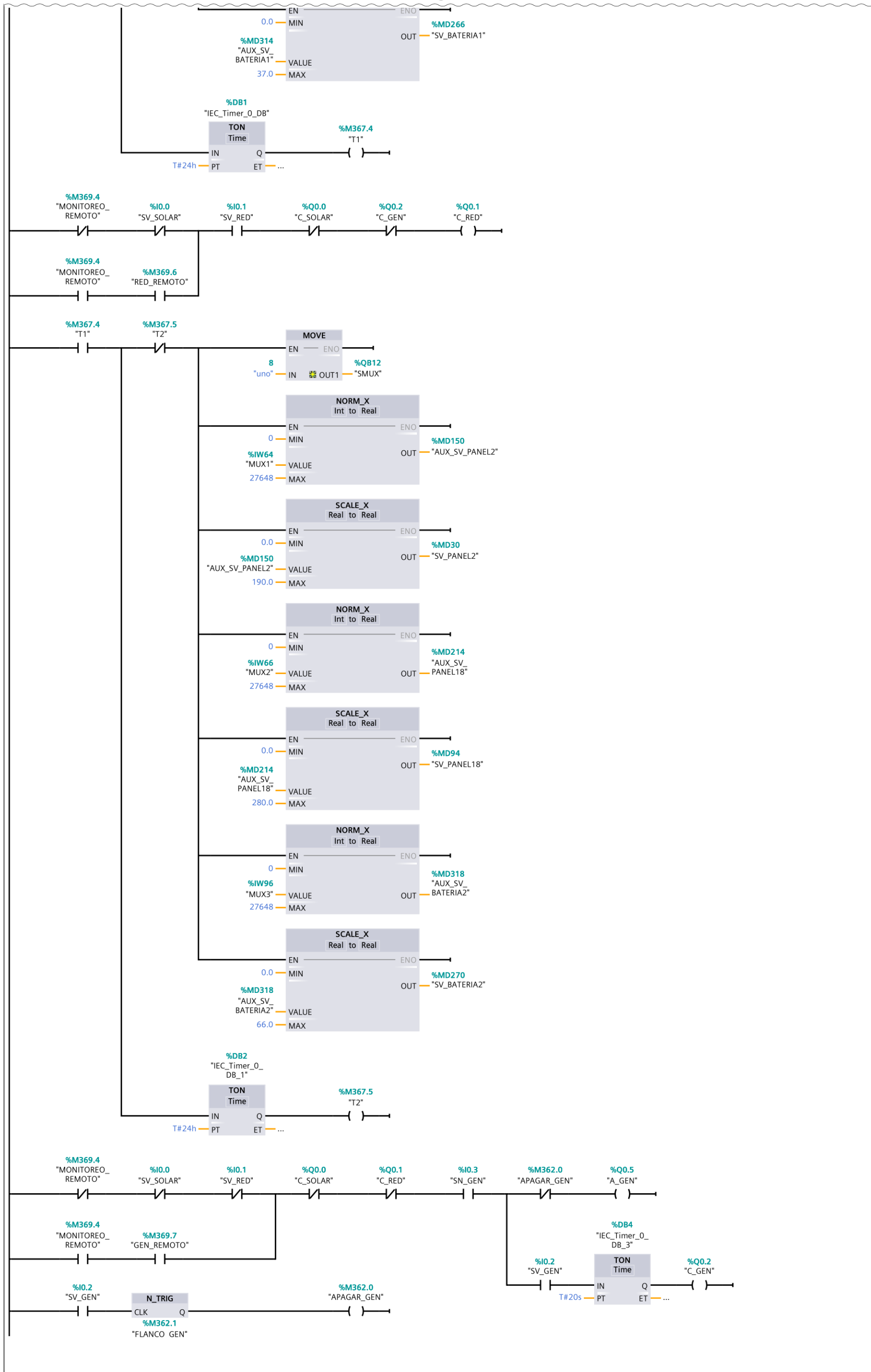
Network 1:

Network 1: (1.1 / 3.1)

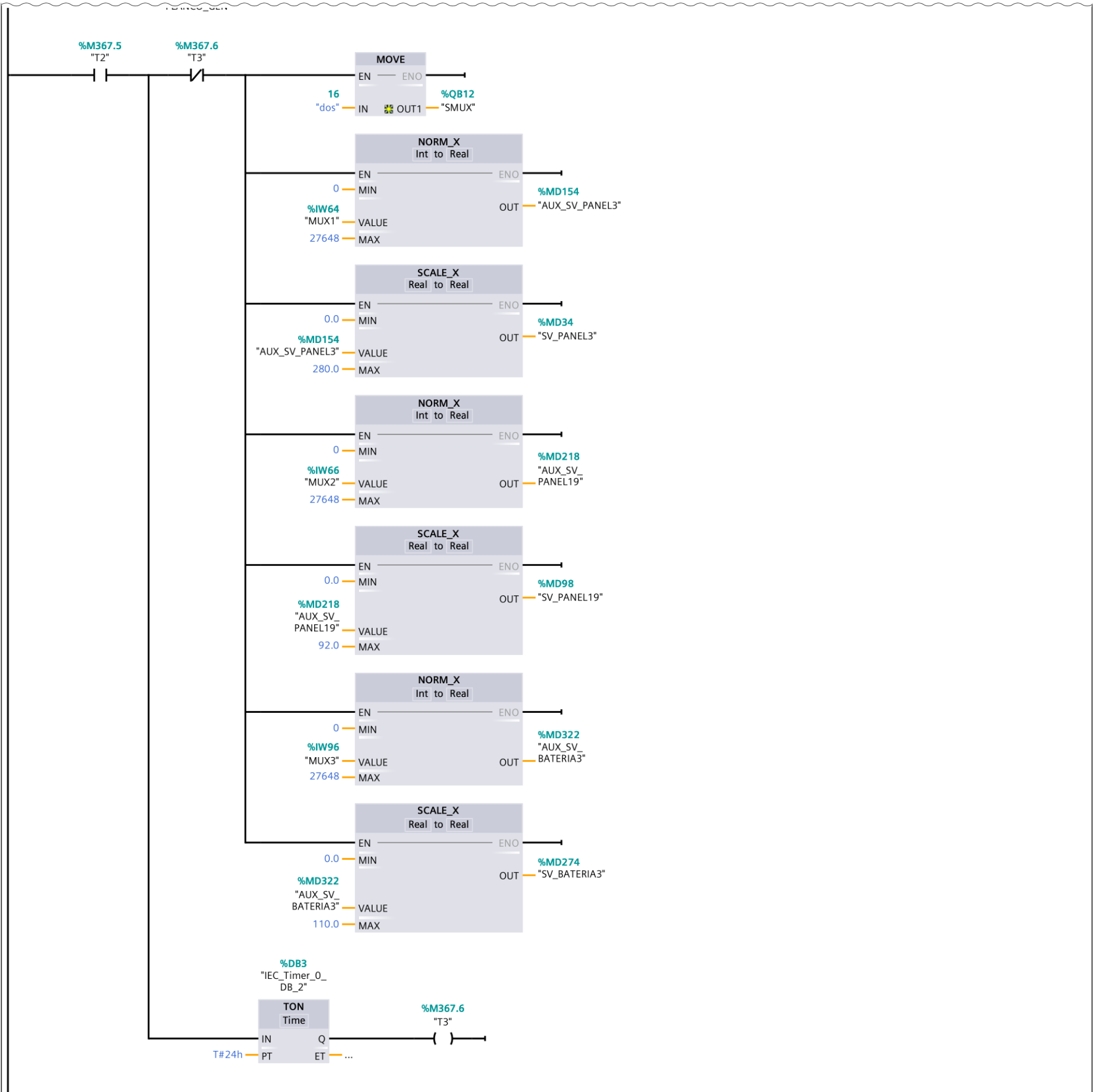


Network 1: (2.1 / 3.1)

1.1 (Page1 - 2)



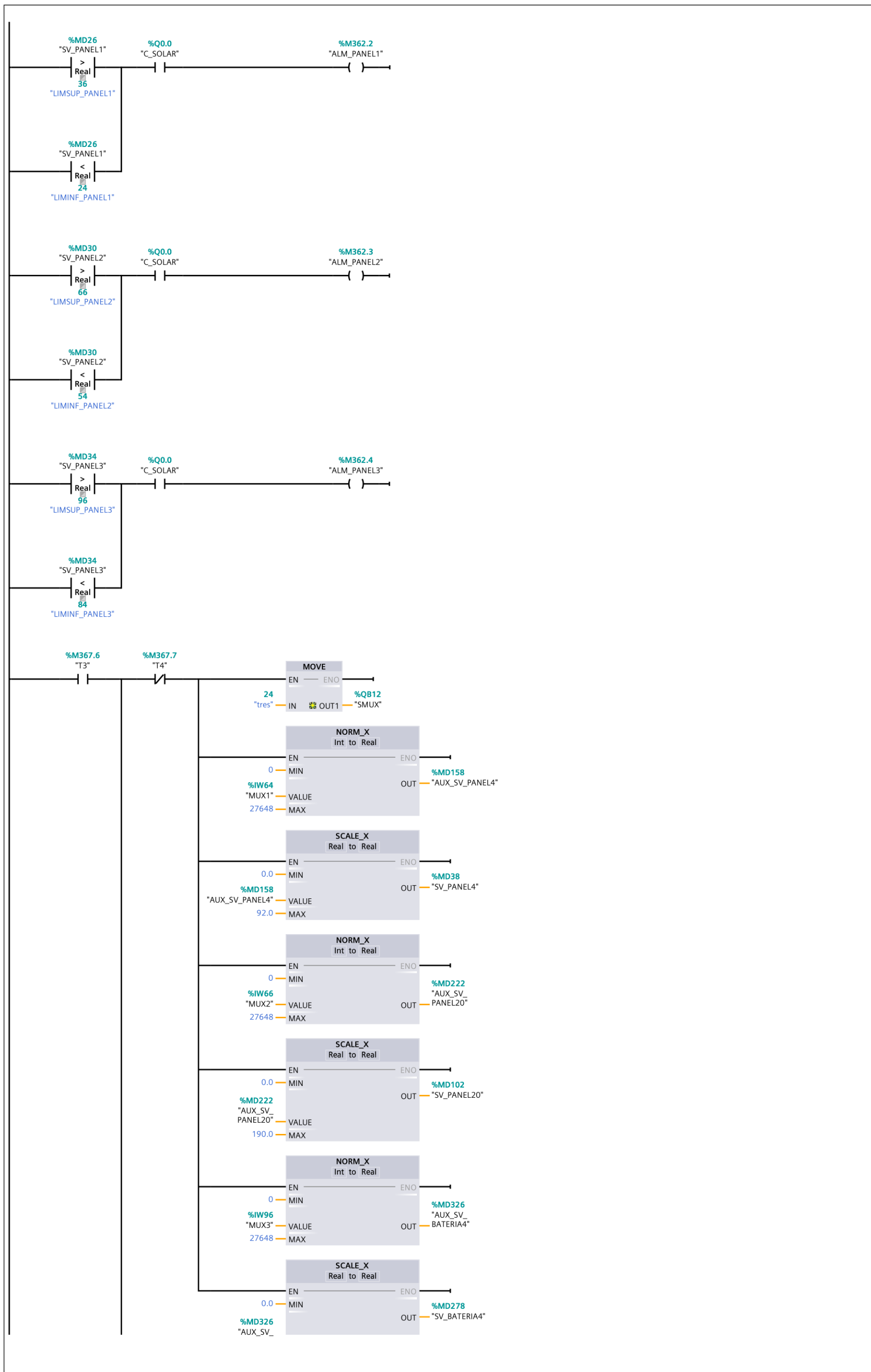
3.1 (Page1 - 4)

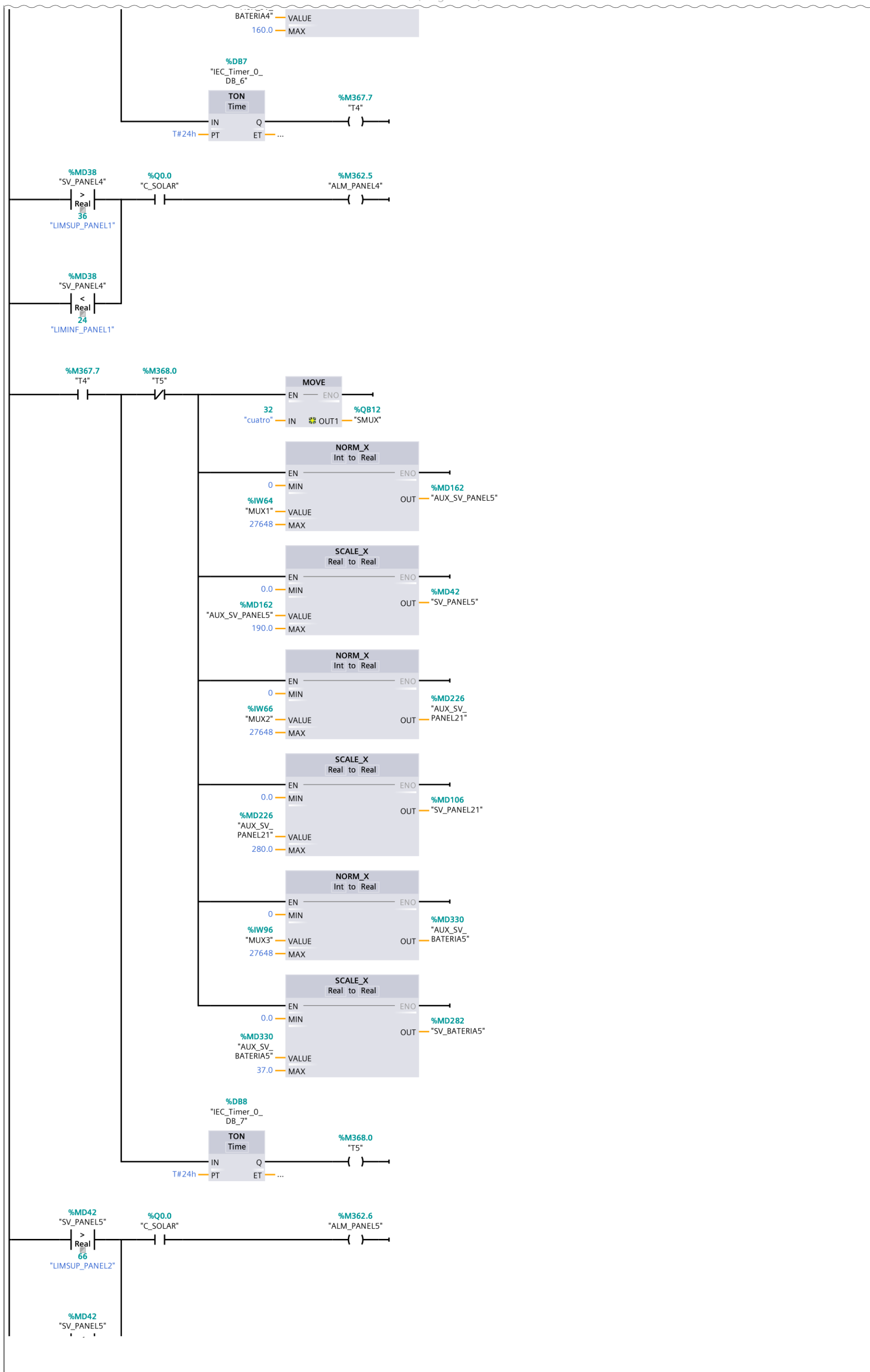


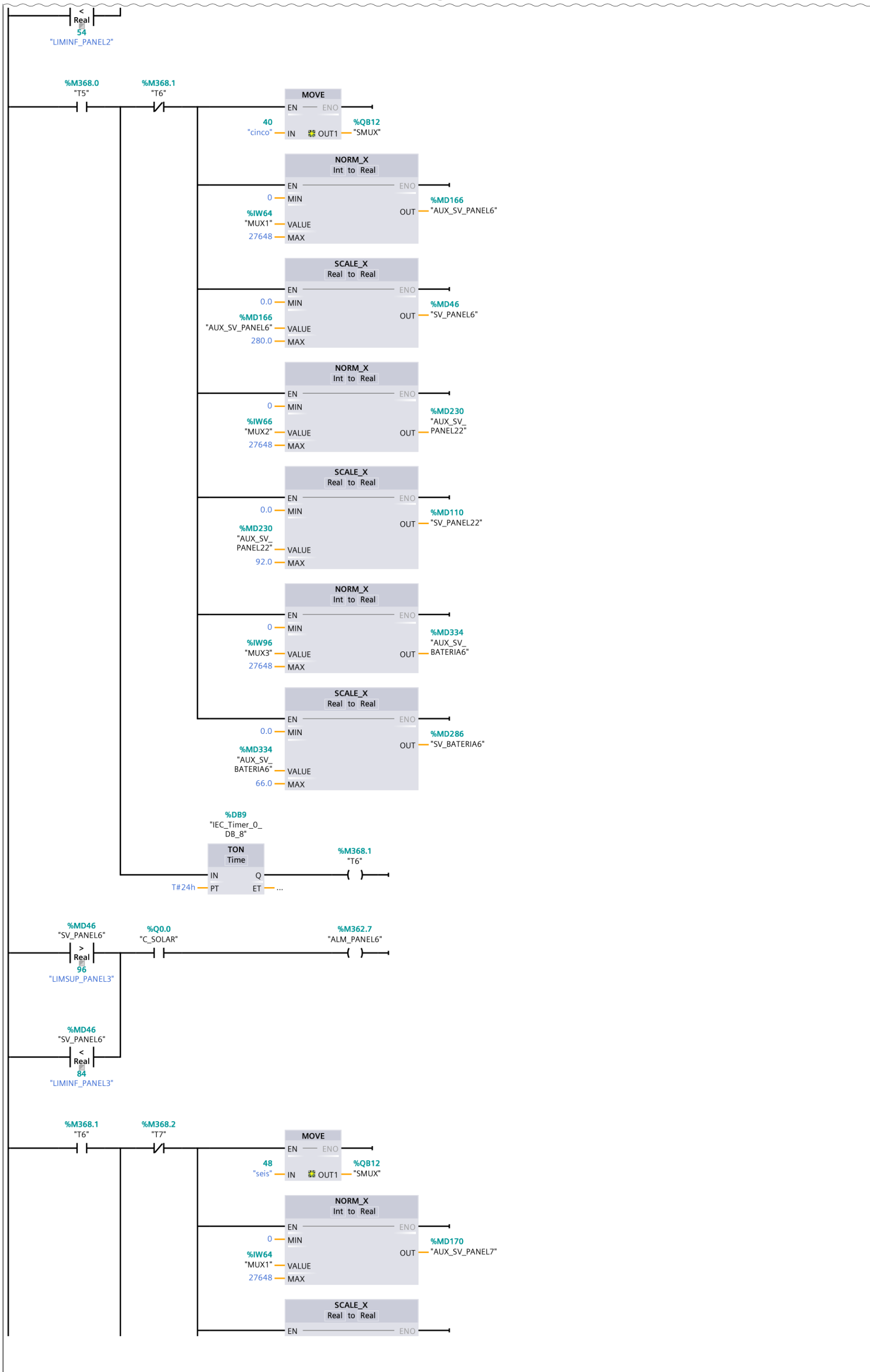
Symbol	Address	Type	Comment
"A_GEN"	%Q0.5	Bool	
"APAGAR_GEN"	%M362.0	Bool	
"AUX_SV_BATERIA1"	%MD314	Real	
"AUX_SV_BATERIA2"	%MD318	Real	
"AUX_SV_BATERIA3"	%MD322	Real	
"AUX_SV_PANEL1"	%MD146	Real	
"AUX_SV_PANEL2"	%MD150	Real	
"AUX_SV_PANEL3"	%MD154	Real	
"AUX_SV_PANEL17"	%MD210	Real	
"AUX_SV_PANEL18"	%MD214	Real	
"AUX_SV_PANEL19"	%MD218	Real	
"C_GEN"	%Q0.2	Bool	
"C_RED"	%Q0.1	Bool	
"C_SOLAR"	%Q0.0	Bool	
"cero"	0	Int	
"dos"	16	Int	
"FLANCO_GEN"	%M362.1	Bool	
"FUENTE_REMOTO"	%MW370	Int	
"GEN_REMOTO"	%M369.7	Bool	
"MONITOREO_REMOTO"	%M369.4	Bool	
"MUX1"	%IW64	Int	
"MUX2"	%IW66	Int	
"MUX3"	%IW96	Int	
"OK"	%MW374	Int	
"RED_REMOTO"	%M369.6	Bool	
"REMOTO_DOS"	2	Int	
"REMOTO_TRES"	3	Int	
"REMOTO_UNO"	1	Int	
"SELECCION_REMOTO"	%MW372	Int	
"SMUX"	%QB12	Byte	
"SN_GEN"	%I0.3	Bool	
"SOLAR_REMOTO"	%M369.5	Bool	
"SV_BATERIA1"	%MD266	Real	
"SV_BATERIA2"	%MD270	Real	
"SV_BATERIA3"	%MD274	Real	
"SV_GEN"	%I0.2	Bool	
"SV_PANEL1"	%MD26	Real	
"SV_PANEL2"	%MD30	Real	
"SV_PANEL3"	%MD34	Real	
"SV_PANEL17"	%MD90	Real	
"SV_PANEL18"	%MD94	Real	
"SV_PANEL19"	%MD98	Real	
"SV_RED"	%I0.1	Bool	
"SV_SOLAR"	%I0.0	Bool	
"T1"	%M367.4	Bool	
"T2"	%M367.5	Bool	
"T3"	%M367.6	Bool	
"T16"	%M369.3	Bool	
"uno"	8	Int	

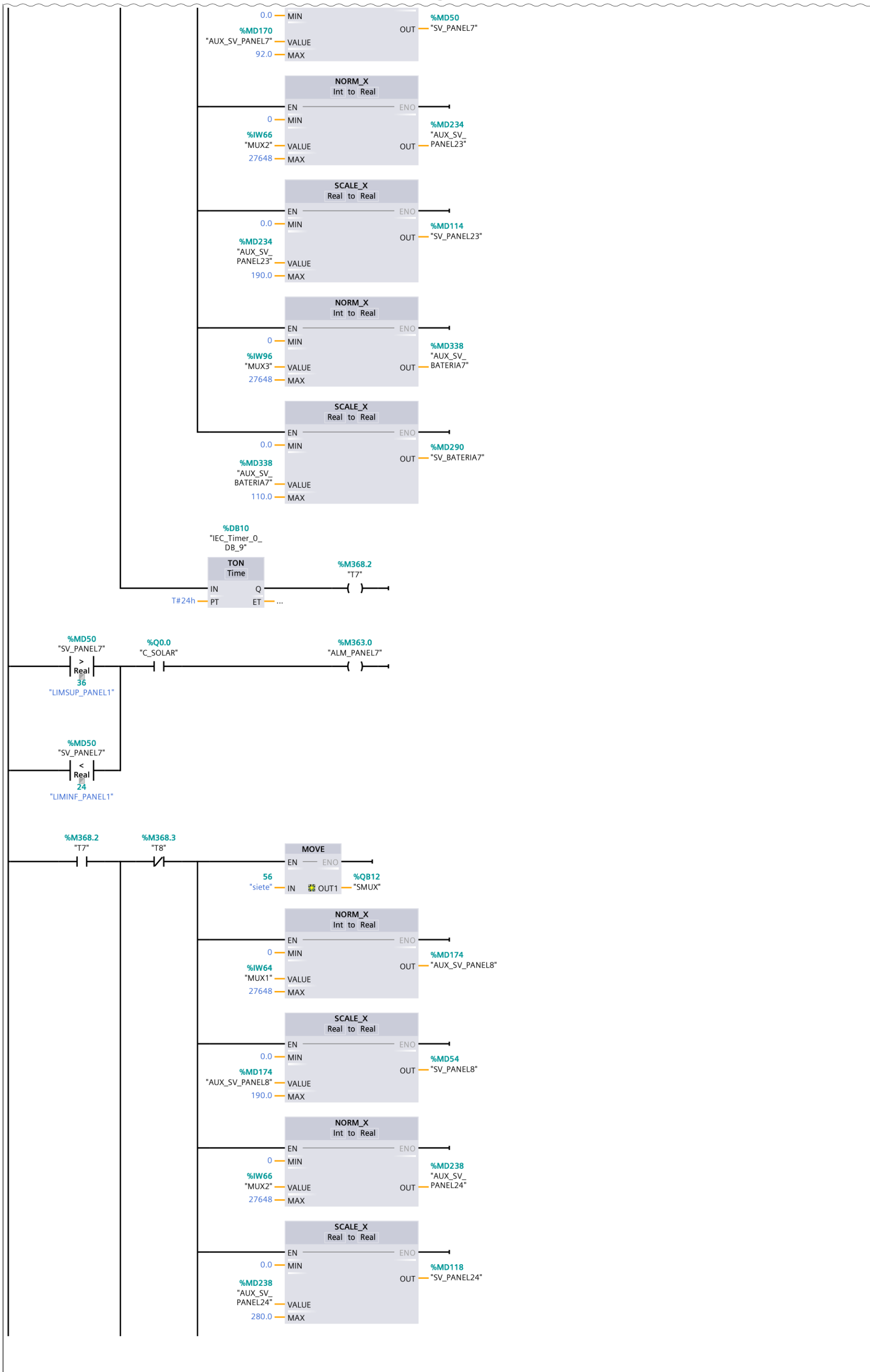
Network 2:

Network 2: (1.1 / 15.1)

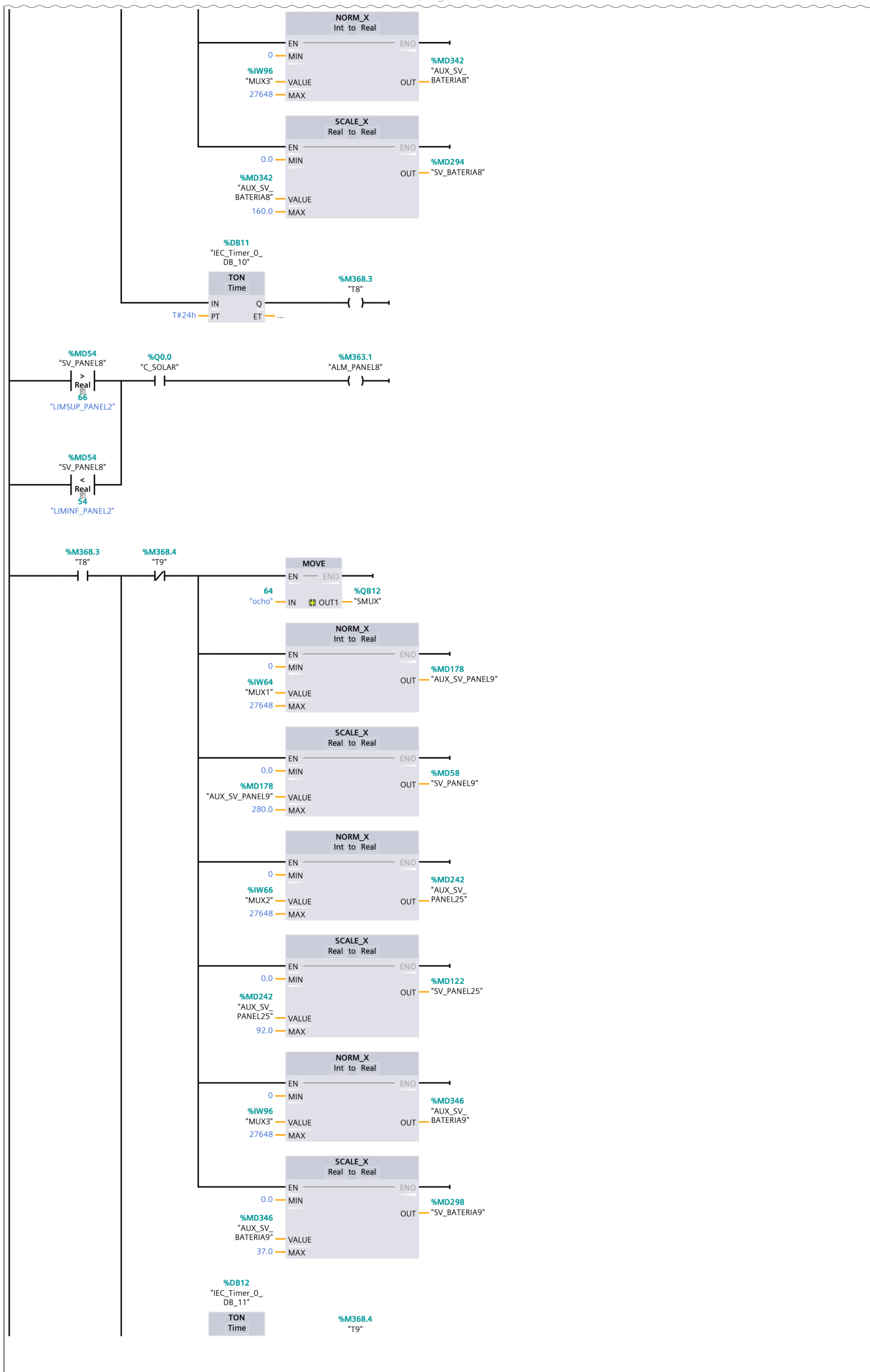




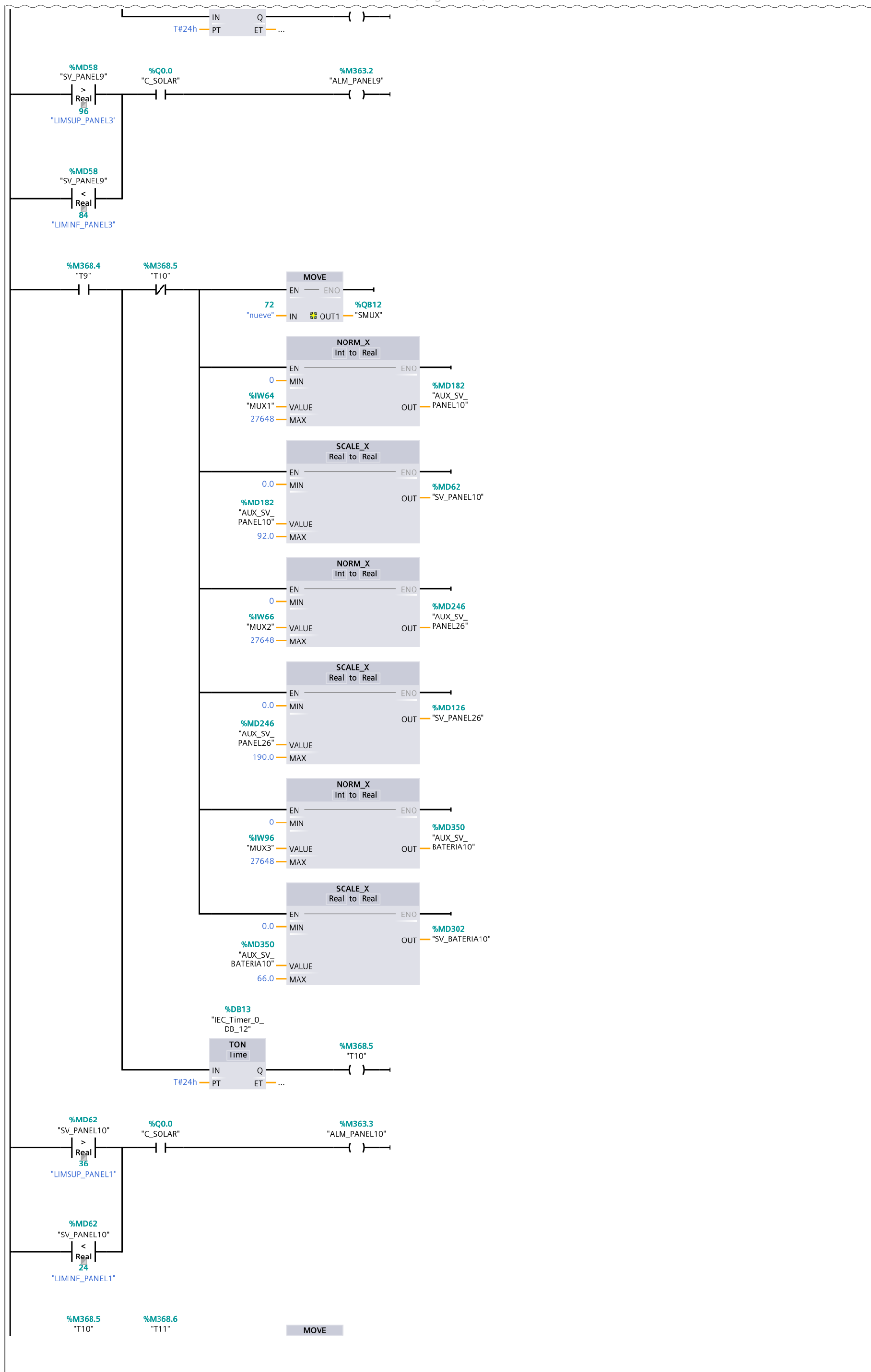


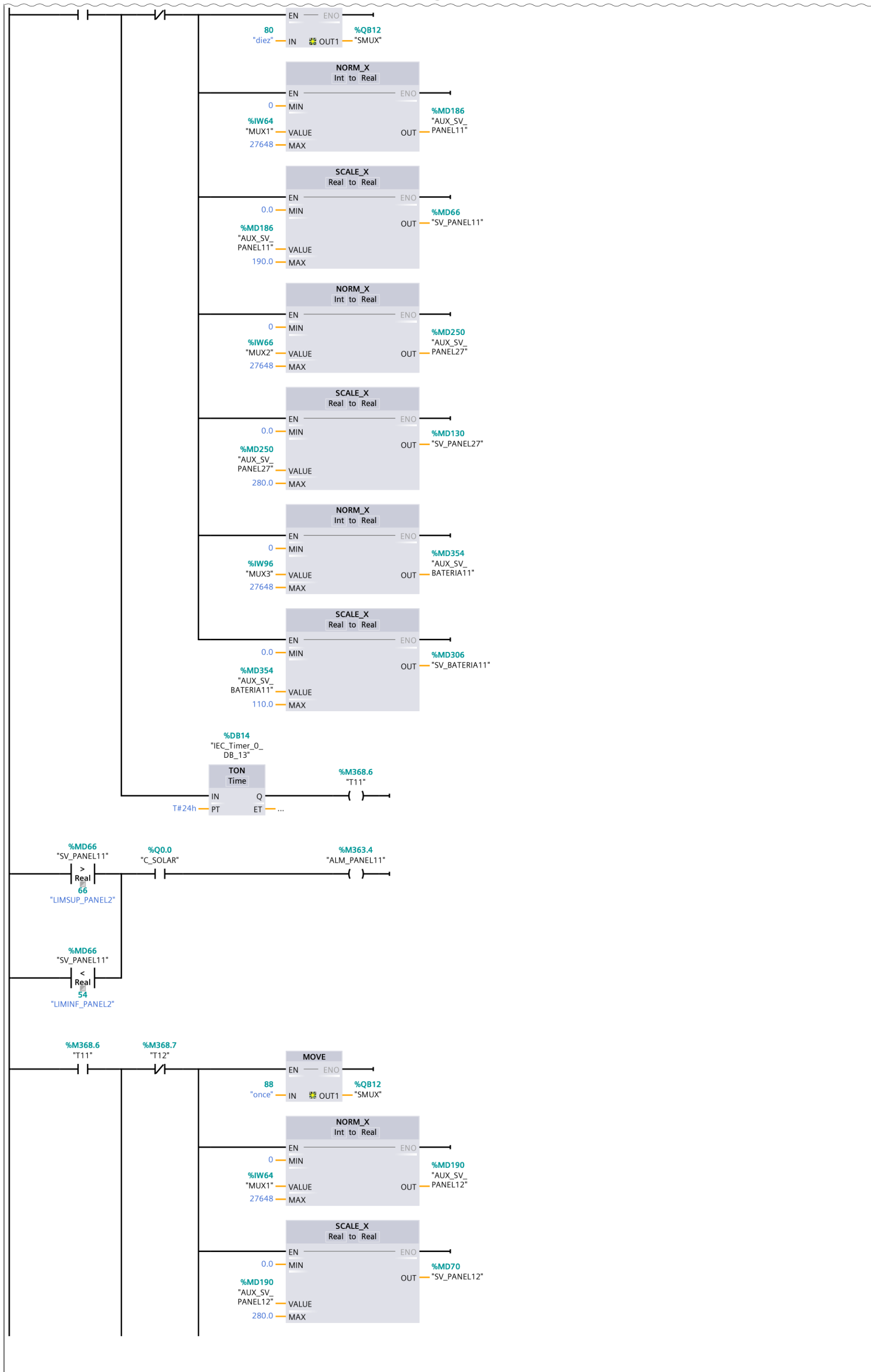


Network 2: (5.1 / 15.1)

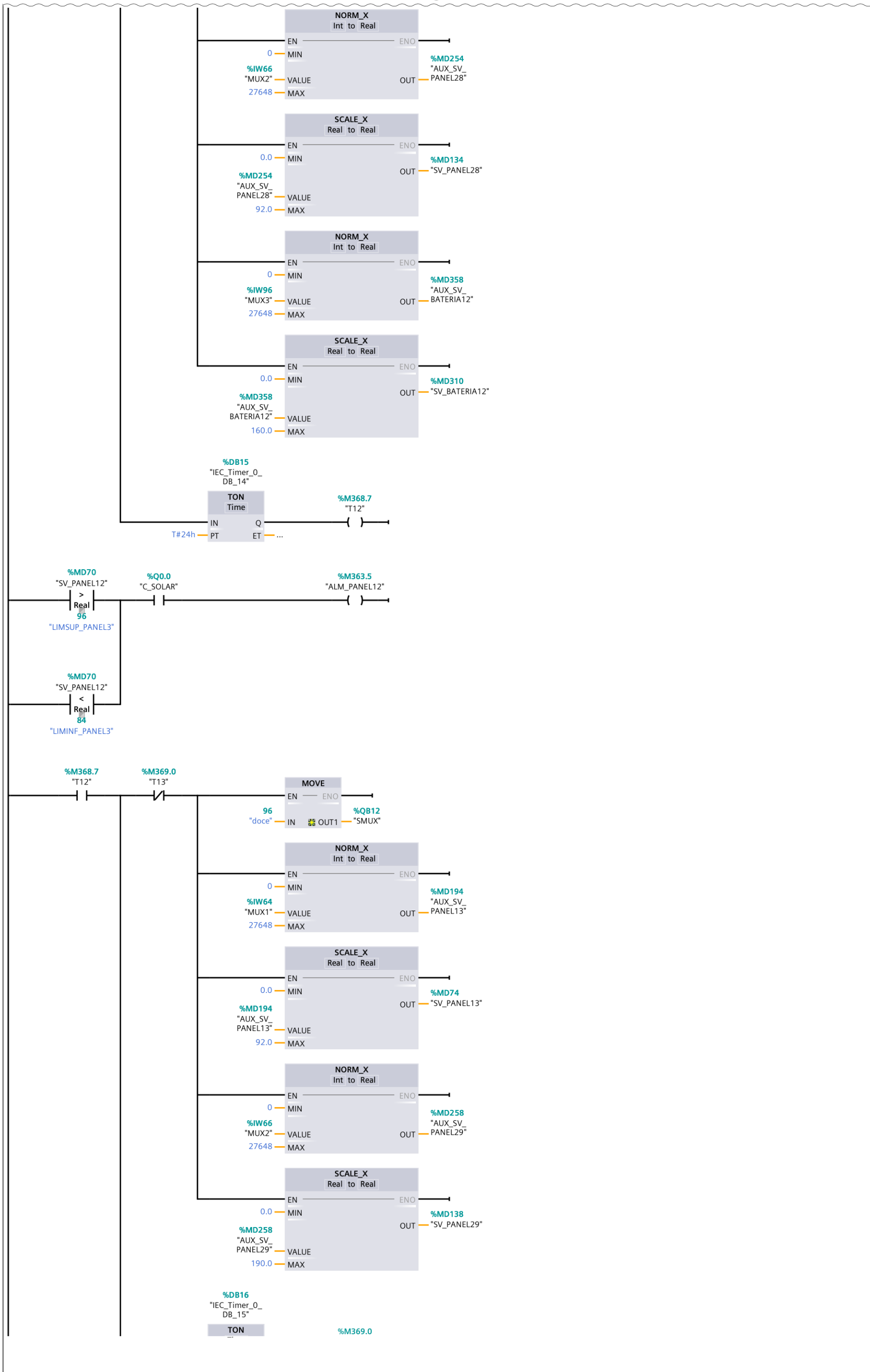


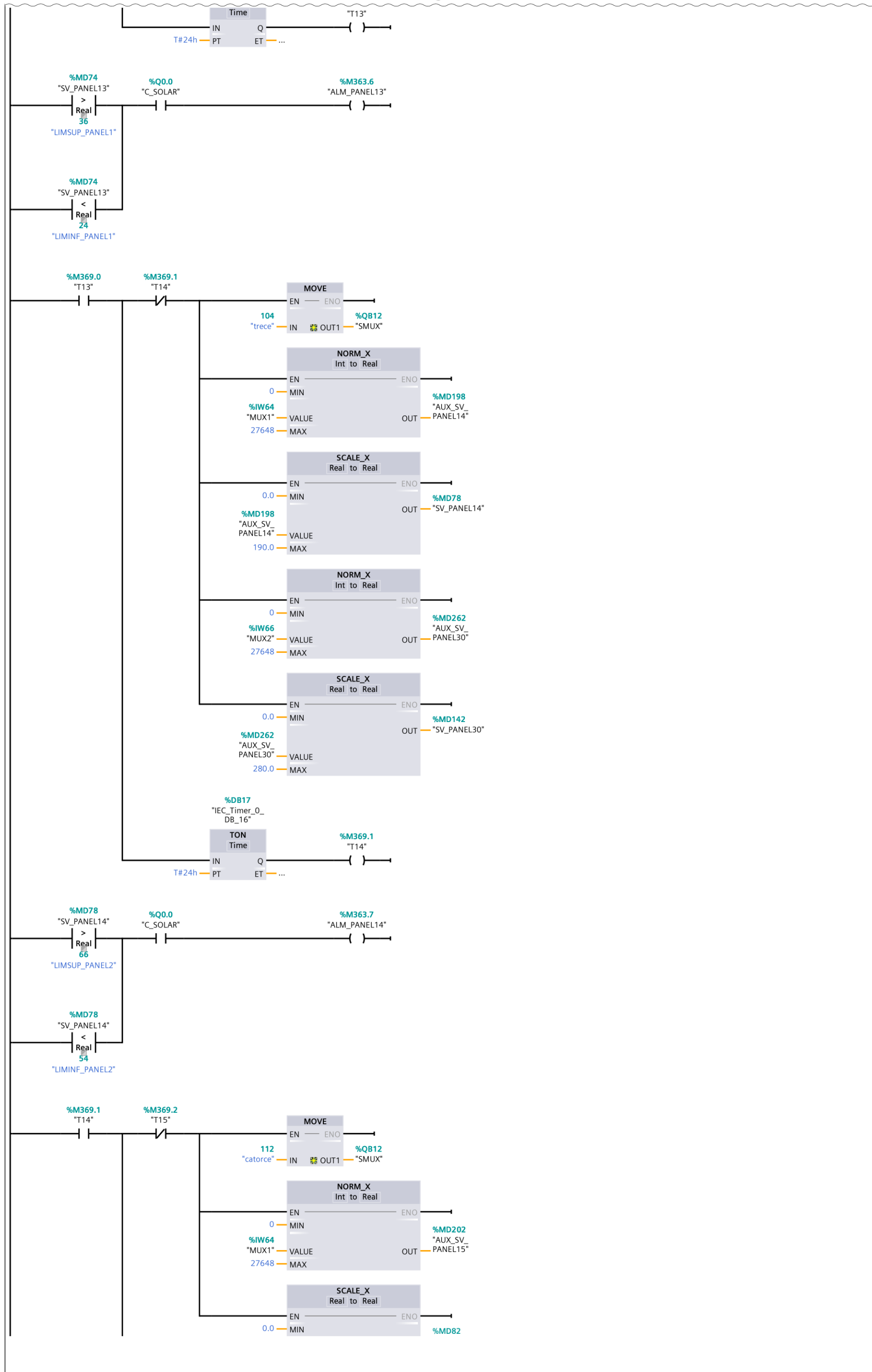
Network 2: (6.1 / 15.1)



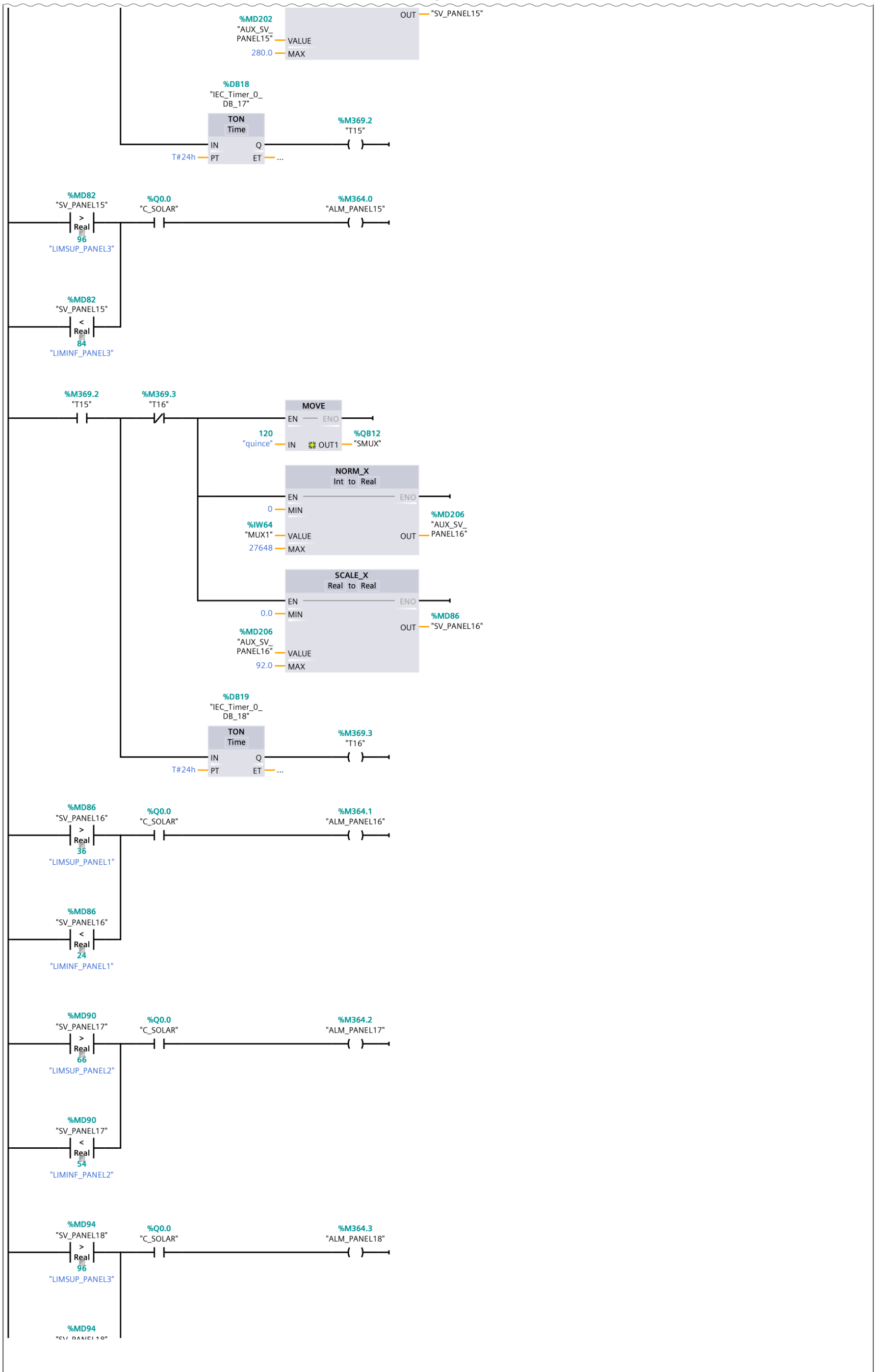


Network 2: (8.1 / 15.1)

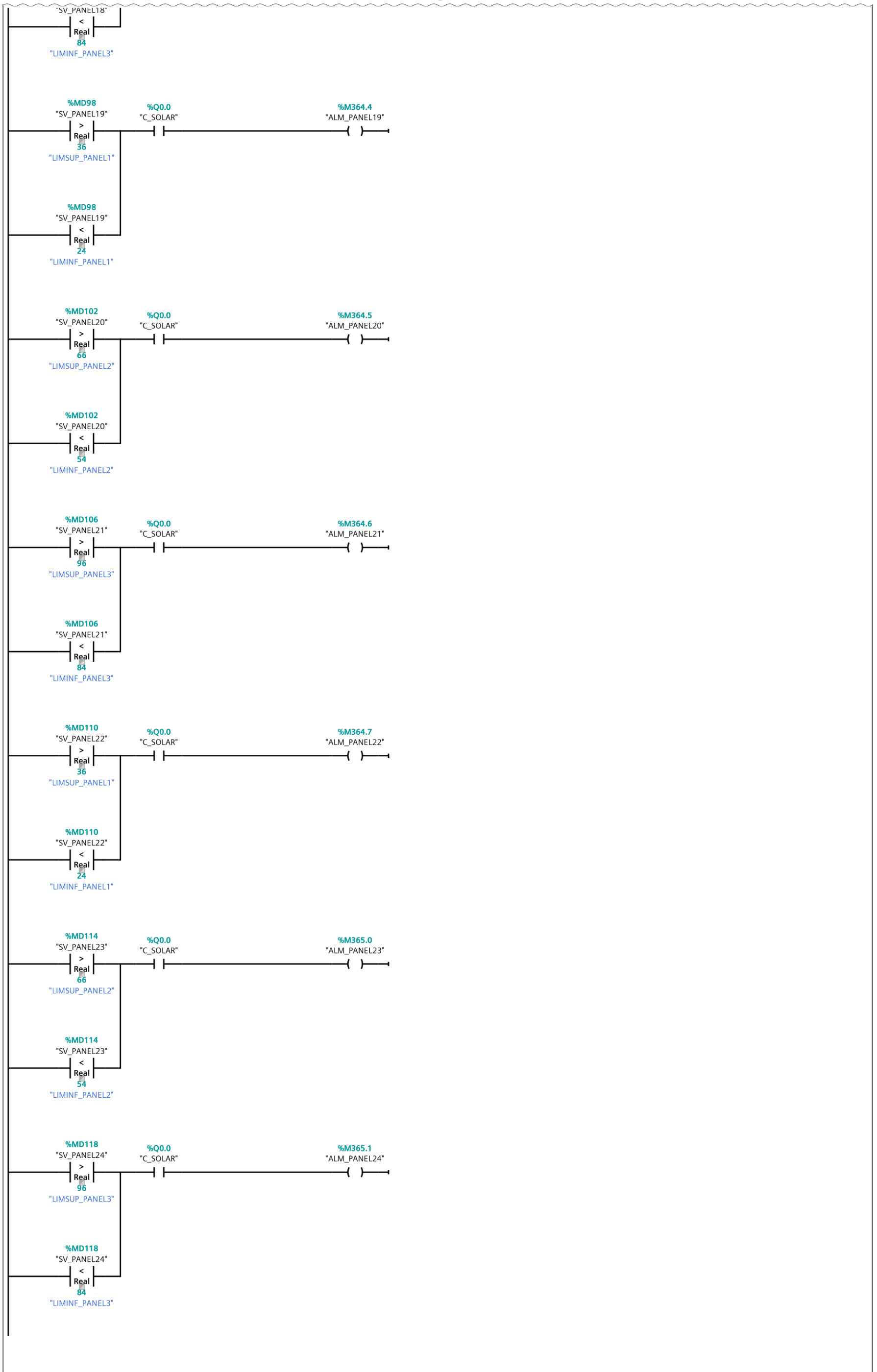




Network 2: (10.1 / 15.1)

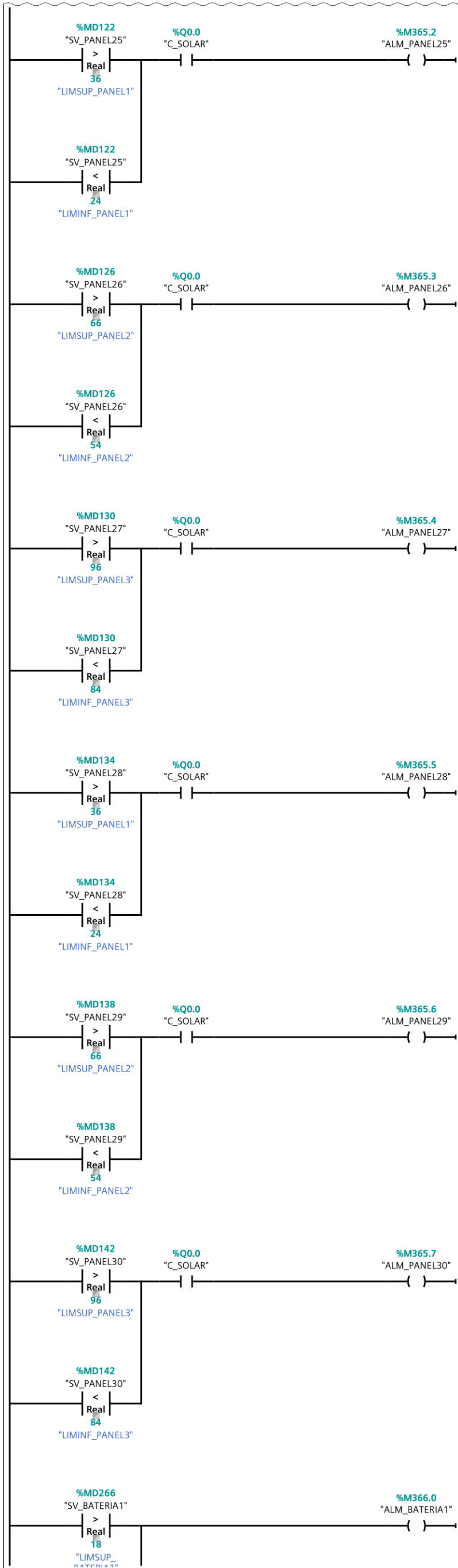


Network 2: (11.1 / 15.1)



Network 2: (12.1 / 15.1)

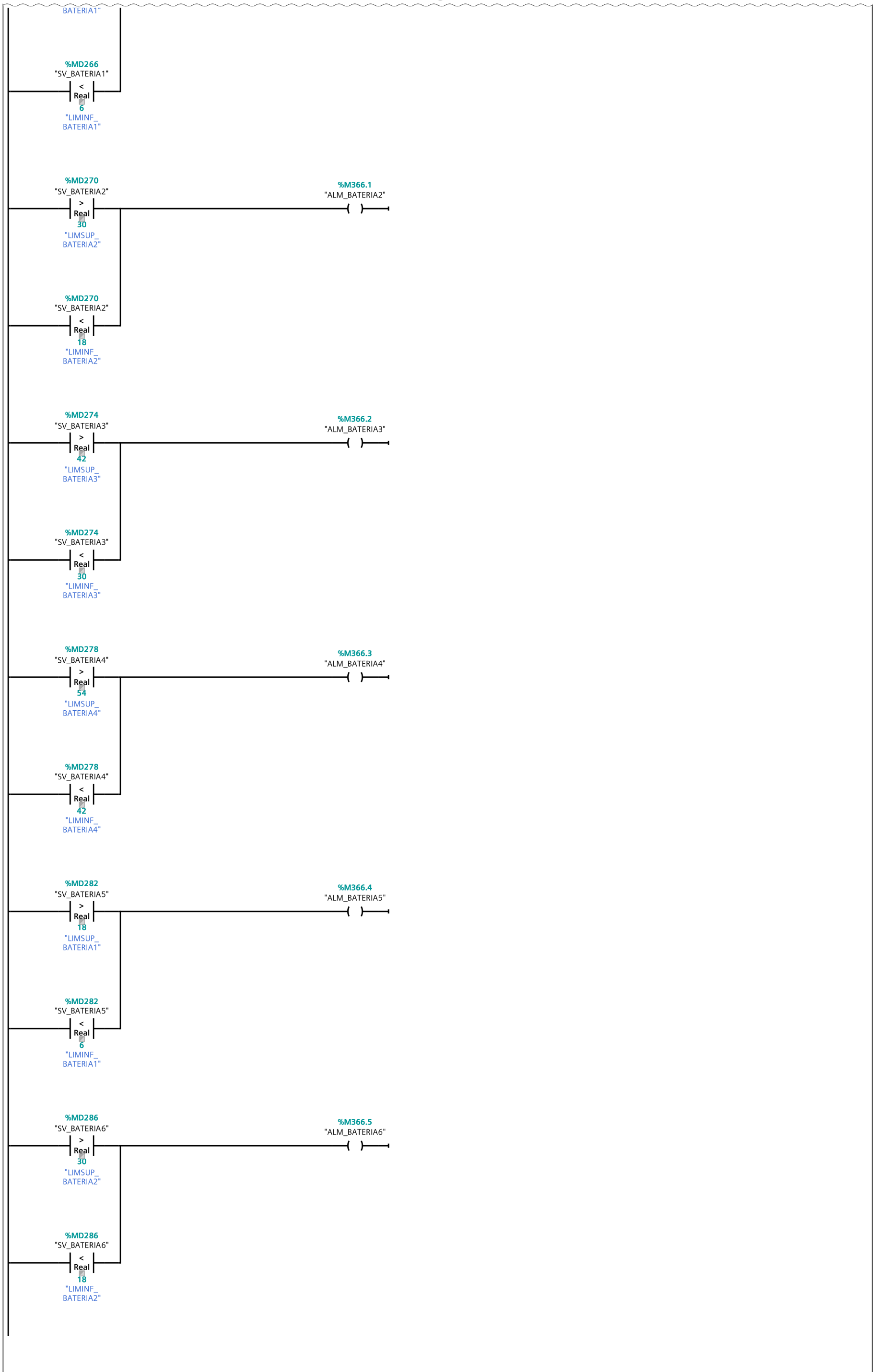
11.1 (Page1 - 16)



13.1 (Page1 - 18)

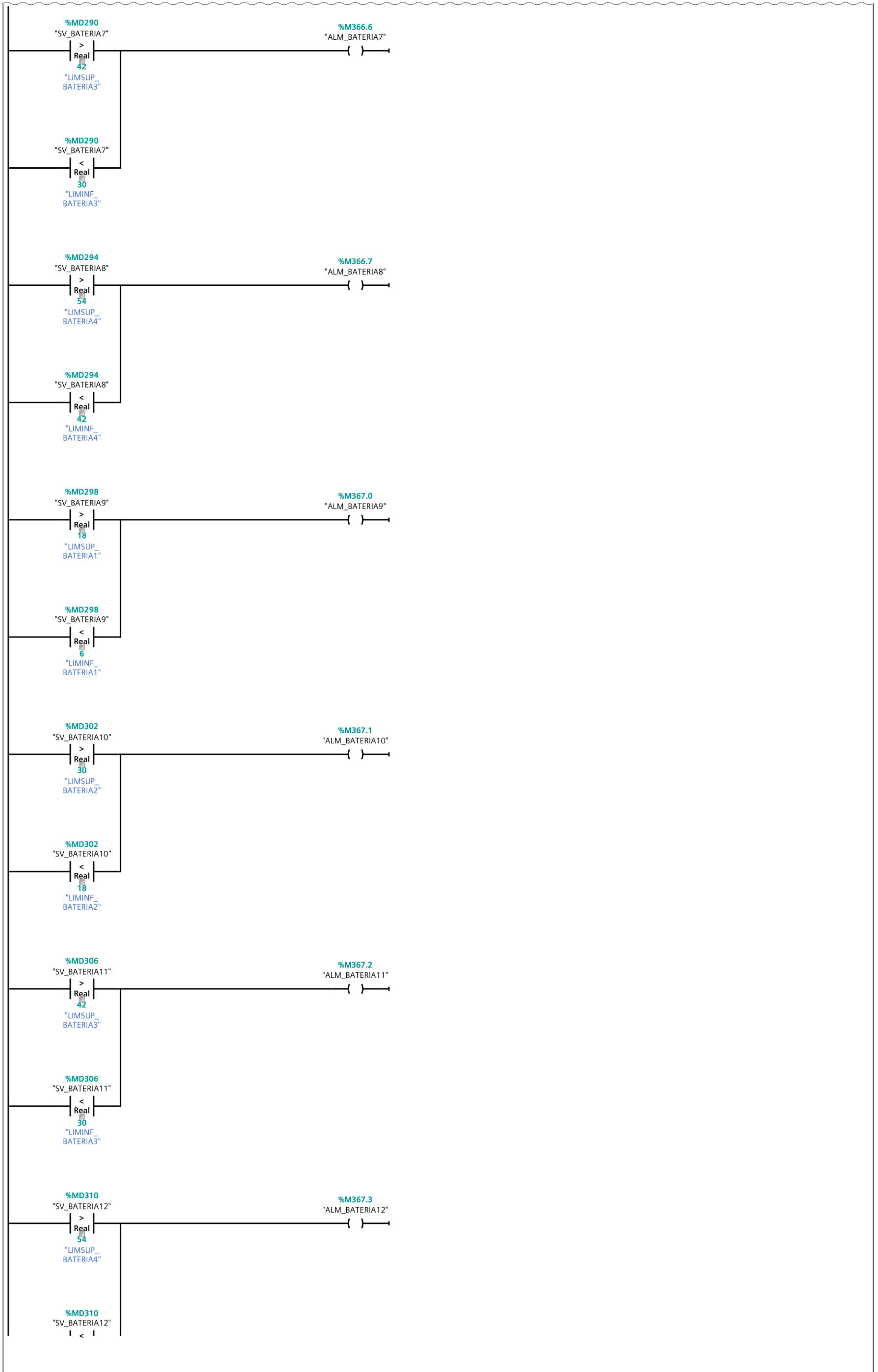
Network 2: (13.1 / 15.1)

12.1 (Page1 - 17)



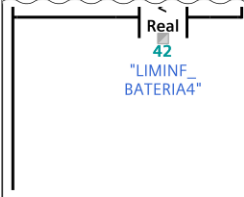
14.1 (Page1 - 19)

Network 2: (14.1 / 15.1)



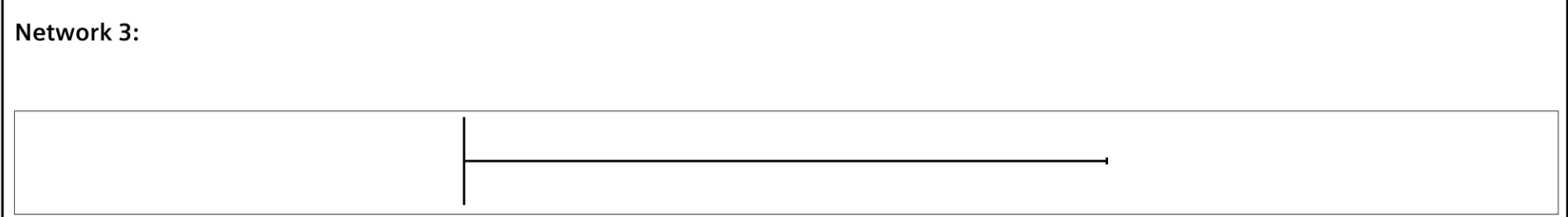
Network 2: (15.1 / 15.1)

14.1 (Page1 - 19)



Totally Integrated Automation Portal			
Symbol	Address	Type	Comment
"ALM_BATERIA1"	%M366.0	Bool	
"ALM_BATERIA2"	%M366.1	Bool	
"ALM_BATERIA3"	%M366.2	Bool	
"ALM_BATERIA4"	%M366.3	Bool	
"ALM_BATERIA5"	%M366.4	Bool	
"ALM_BATERIA6"	%M366.5	Bool	
"ALM_BATERIA7"	%M366.6	Bool	
"ALM_BATERIA8"	%M366.7	Bool	
"ALM_BATERIA9"	%M367.0	Bool	
"ALM_BATERIA10"	%M367.1	Bool	
"ALM_BATERIA11"	%M367.2	Bool	
"ALM_BATERIA12"	%M367.3	Bool	
"ALM_PANEL1"	%M362.2	Bool	
"ALM_PANEL2"	%M362.3	Bool	
"ALM_PANEL3"	%M362.4	Bool	
"ALM_PANEL4"	%M362.5	Bool	
"ALM_PANEL5"	%M362.6	Bool	
"ALM_PANEL6"	%M362.7	Bool	
"ALM_PANEL7"	%M363.0	Bool	
"ALM_PANEL8"	%M363.1	Bool	
"ALM_PANEL9"	%M363.2	Bool	
"ALM_PANEL10"	%M363.3	Bool	
"ALM_PANEL11"	%M363.4	Bool	
"ALM_PANEL12"	%M363.5	Bool	
"ALM_PANEL13"	%M363.6	Bool	
"ALM_PANEL14"	%M363.7	Bool	
"ALM_PANEL15"	%M364.0	Bool	
"ALM_PANEL16"	%M364.1	Bool	
"ALM_PANEL17"	%M364.2	Bool	
"ALM_PANEL18"	%M364.3	Bool	
"ALM_PANEL19"	%M364.4	Bool	
"ALM_PANEL20"	%M364.5	Bool	
"ALM_PANEL21"	%M364.6	Bool	
"ALM_PANEL22"	%M364.7	Bool	
"ALM_PANEL23"	%M365.0	Bool	
"ALM_PANEL24"	%M365.1	Bool	
"ALM_PANEL25"	%M365.2	Bool	
"ALM_PANEL26"	%M365.3	Bool	
"ALM_PANEL27"	%M365.4	Bool	
"ALM_PANEL28"	%M365.5	Bool	
"ALM_PANEL29"	%M365.6	Bool	
"ALM_PANEL30"	%M365.7	Bool	
"AUX_SV_BATERIA4"	%MD326	Real	
"AUX_SV_BATERIA5"	%MD330	Real	
"AUX_SV_BATERIA6"	%MD334	Real	
"AUX_SV_BATERIA7"	%MD338	Real	
"AUX_SV_BATERIA8"	%MD342	Real	
"AUX_SV_BATERIA9"	%MD346	Real	
"AUX_SV_BATERIA10"	%MD350	Real	
"AUX_SV_BATERIA11"	%MD354	Real	
"AUX_SV_BATERIA12"	%MD358	Real	
"AUX_SV_PANEL4"	%MD158	Real	
"AUX_SV_PANEL5"	%MD162	Real	
"AUX_SV_PANEL6"	%MD166	Real	
"AUX_SV_PANEL7"	%MD170	Real	
"AUX_SV_PANEL8"	%MD174	Real	
"AUX_SV_PANEL9"	%MD178	Real	
"AUX_SV_PANEL10"	%MD182	Real	
"AUX_SV_PANEL11"	%MD186	Real	
"AUX_SV_PANEL12"	%MD190	Real	
"AUX_SV_PANEL13"	%MD194	Real	
"AUX_SV_PANEL14"	%MD198	Real	
"AUX_SV_PANEL15"	%MD202	Real	
"AUX_SV_PANEL16"	%MD206	Real	
"AUX_SV_PANEL20"	%MD222	Real	
"AUX_SV_PANEL21"	%MD226	Real	
"AUX_SV_PANEL22"	%MD230	Real	
"AUX_SV_PANEL23"	%MD234	Real	
"AUX_SV_PANEL24"	%MD238	Real	
"AUX_SV_PANEL25"	%MD242	Real	
"AUX_SV_PANEL26"	%MD246	Real	
"AUX_SV_PANEL27"	%MD250	Real	
"AUX_SV_PANEL28"	%MD254	Real	
"AUX_SV_PANEL29"	%MD258	Real	
"AUX_SV_PANEL30"	%MD262	Real	
"C_SOLAR"	%Q0.0	Bool	
"catorce"	112	Int	
"cinco"	40	Int	
"cuatro"	32	Int	
"diez"	80	Int	
"doce"	96	Int	
"LIMINF_BATERIA1"	6	Int	
"LIMINF_BATERIA2"	18	Int	
"LIMINF_BATERIA3"	30	Int	
"LIMINF_BATERIA4"	42	Int	
"LIMINF_PANEL1"	24	Int	
"LIMINF_PANEL2"	54	Int	
"LIMINF_PANEL3"	84	Int	

Symbol	Address	Type	Comment
"LIMSUP_BATERIA1"	18	Int	
"LIMSUP_BATERIA2"	30	Int	
"LIMSUP_BATERIA3"	42	Int	
"LIMSUP_BATERIA4"	54	Int	
"LIMSUP_PANEL1"	36	Int	
"LIMSUP_PANEL2"	66	Int	
"LIMSUP_PANEL3"	96	Int	
"MUX1"	%IW64	Int	
"MUX2"	%IW66	Int	
"MUX3"	%IW96	Int	
"nueve"	72	Int	
"ocho"	64	Int	
"once"	88	Int	
"quince"	120	Int	
"seis"	48	Int	
"siete"	56	Int	
"SMUX"	%QB12	Byte	
"SV_BATERIA1"	%MD266	Real	
"SV_BATERIA2"	%MD270	Real	
"SV_BATERIA3"	%MD274	Real	
"SV_BATERIA4"	%MD278	Real	
"SV_BATERIA5"	%MD282	Real	
"SV_BATERIA6"	%MD286	Real	
"SV_BATERIA7"	%MD290	Real	
"SV_BATERIA8"	%MD294	Real	
"SV_BATERIA9"	%MD298	Real	
"SV_BATERIA10"	%MD302	Real	
"SV_BATERIA11"	%MD306	Real	
"SV_BATERIA12"	%MD310	Real	
"SV_PANEL1"	%MD26	Real	
"SV_PANEL2"	%MD30	Real	
"SV_PANEL3"	%MD34	Real	
"SV_PANEL4"	%MD38	Real	
"SV_PANEL5"	%MD42	Real	
"SV_PANEL6"	%MD46	Real	
"SV_PANEL7"	%MD50	Real	
"SV_PANEL8"	%MD54	Real	
"SV_PANEL9"	%MD58	Real	
"SV_PANEL10"	%MD62	Real	
"SV_PANEL11"	%MD66	Real	
"SV_PANEL12"	%MD70	Real	
"SV_PANEL13"	%MD74	Real	
"SV_PANEL14"	%MD78	Real	
"SV_PANEL15"	%MD82	Real	
"SV_PANEL16"	%MD86	Real	
"SV_PANEL17"	%MD90	Real	
"SV_PANEL18"	%MD94	Real	
"SV_PANEL19"	%MD98	Real	
"SV_PANEL20"	%MD102	Real	
"SV_PANEL21"	%MD106	Real	
"SV_PANEL22"	%MD110	Real	
"SV_PANEL23"	%MD114	Real	
"SV_PANEL24"	%MD118	Real	
"SV_PANEL25"	%MD122	Real	
"SV_PANEL26"	%MD126	Real	
"SV_PANEL27"	%MD130	Real	
"SV_PANEL28"	%MD134	Real	
"SV_PANEL29"	%MD138	Real	
"SV_PANEL30"	%MD142	Real	
"T3"	%M367.6	Bool	
"T4"	%M367.7	Bool	
"T5"	%M368.0	Bool	
"T6"	%M368.1	Bool	
"T7"	%M368.2	Bool	
"T8"	%M368.3	Bool	
"T9"	%M368.4	Bool	
"T10"	%M368.5	Bool	
"T11"	%M368.6	Bool	
"T12"	%M368.7	Bool	
"T13"	%M369.0	Bool	
"T14"	%M369.1	Bool	
"T15"	%M369.2	Bool	
"T16"	%M369.3	Bool	
"trece"	104	Int	
"tres"	24	Int	



Symbol	Address	Type	Comment

ANEXO III

```
<!DOCTYPE html>
<!-- AWP_In_Variable Name="'SELECCION_REMOTO"' -->
<!-- AWP_In_Variable Name="'FUENTE_REMOTO"' -->
<html lang="en">
<head>
  <meta charset="UTF-8">
  <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge">
  <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
  <title>Tesis</title>

  <style>

    h1{
      color: rgb(23, 147, 218);
    }

  </style>
</head>
<body>

  <h1>Monitoreo Remoto Finca "Las Acacias"</h1>

  <form>

    <label >Seleccione si desea activar el Monitoreo Remoto</label>
    <input type="submit" list="items1">
    <select name="'SELECCION_REMOTO"' id="items1">
    <option value="1">Desactivado</option>
    <option value="2">Activado</option>
    </select>
    <br>
    <br>

    <table id="tabla1" border="1">
      <tr>
        <th>Estado del Monitoreo Remoto</th>
        <th>Valor</th>
      </tr>

      <tr>
        <td>Encendido</td>
        <td>
          := "MONITOREO_REMOTO":
        </td>
      </tr>
    </table>
  </form>
</body>
</html>
```

```

</tr>

</table>

<br>
<br>

<label >Seleccione la fuente deseada</label>
<input type="submit" list="items2">
<select name='FUENTE_REMOTO' id="items2">
<option value="1">Sistema Solar</option>
<option value="2">Red Eléctrica Comercial</option>
<option value="3">Generador Eléctrico</option>
</select>
<br>
<br>

</form>

<table id="tabla2" border="1">
<tr>
<th>Fuente en Funcionamiento</th>
<th>Valor</th>
</tr>

<tr>
<td>Sistema Solar</td>
<td>
:= "C_SOLAR":
</td>
</tr>

<tr>
<td>Red Eléctrica Comercial</td>
<td>
:= "C_RED":
</td>
</tr>

<tr>
<td>Generador Eléctrico</td>
<td>
:= "C_GEN":
</td>
</tr>

```

```
</table>
```

```
<br>
```

```
<br>
```

```
<table id="tabla3" border="1">
```

```
<tr>
```

```
<th>Parámetro</th>
```

```
<th>Valor</th>
```

```
<th>Alarma</th>
```

```
</tr>
```

```
<tr>
```

```
<td>Voltaje Panel 1 [V]</td>
```

```
<td>
```

```
:= "SV_PANEL1":
```

```
</td>
```

```
<td>
```

```
:= "ALM_PANEL1":
```

```
</td>
```

```
</tr>
```

```
<tr>
```

```
<td>Voltaje Panel 2 [V]</td>
```

```
<td>
```

```
:= "SV_PANEL2":
```

```
</td>
```

```
<td>
```

```
:= "ALM_PANEL2":
```

```
</td>
```

```
</tr>
```

```
<tr>
```

```
<td>Voltaje Panel 3 [V]</td>
```

```
<td>
```

```
:= "SV_PANEL3":
```

```
</td>
```

```
<td>
```

```
:= "ALM_PANEL3":
```

```
</td>
```

```
</tr>
```

```
<tr>
```

```
<td>Voltaje Panel 4 [V]</td>
```

```
<td>
    := "SV_PANEL4":
</td>
<td>
    := "ALM_PANEL4":
</td>
</tr>

<tr>
<td>Voltaje Panel 5 [V]</td>
<td>
    := "SV_PANEL5":
</td>
<td>
    := "ALM_PANEL5":
</td>
</tr>

<tr>
<td>Voltaje Panel 6 [V]</td>
<td>
    := "SV_PANEL6":
</td>
<td>
    := "ALM_PANEL6":
</td>
</tr>

<tr>
<td>Voltaje Panel 7 [V]</td>
<td>
    := "SV_PANEL7":
</td>
<td>
    := "ALM_PANEL7":
</td>
</tr>

<tr>
<td>Voltaje Panel 8 [V]</td>
<td>
    := "SV_PANEL8":
</td>
<td>
    := "ALM_PANEL8":
</td>
```

```
</tr>

<tr>
  <td>Voltaje Panel 9 [V]</td>
  <td>
    := "SV_PANEL9":
  </td>
  <td>
    := "ALM_PANEL9":
  </td>
</tr>

<tr>
  <td>Voltaje Panel 10 [V]</td>
  <td>
    := "SV_PANEL10":
  </td>
  <td>
    := "ALM_PANEL10":
  </td>
</tr>

<tr>
  <td>Voltaje Panel 11 [V]</td>
  <td>
    := "SV_PANEL11":
  </td>
  <td>
    := "ALM_PANEL11":
  </td>
</tr>

<tr>
  <td>Voltaje Panel 12 [V]</td>
  <td>
    := "SV_PANEL12":
  </td>
  <td>
    := "ALM_PANEL12":
  </td>
</tr>

<tr>
  <td>Voltaje Panel 13 [V]</td>
  <td>
```

```
        := "SV_PANEL13":
    </td>
    <td>
        := "ALM_PANEL13":
    </td>
</tr>

<tr>
    <td>Voltaje Panel 14 [V]</td>
    <td>
        := "SV_PANEL14":
    </td>
    <td>
        := "ALM_PANEL14":
    </td>
</tr>

<tr>
    <td>Voltaje Panel 15 [V]</td>
    <td>
        := "SV_PANEL15":
    </td>
    <td>
        := "ALM_PANEL15":
    </td>
</tr>

<tr>
    <td>Voltaje Panel 16 [V]</td>
    <td>
        := "SV_PANEL16":
    </td>
    <td>
        := "ALM_PANEL16":
    </td>
</tr>

<tr>
    <td>Voltaje Panel 17 [V]</td>
    <td>
        := "SV_PANEL17":
    </td>
    <td>
        := "ALM_PANEL17":
    </td>
</tr>
```



```
<tr>
  <td>Voltaje Panel 18 [V]</td>
  <td>
    := "SV_PANEL18":
  </td>
  <td>
    := "ALM_PANEL18":
  </td>
</tr>
```

```
<tr>
  <td>Voltaje Panel 19 [V]</td>
  <td>
    := "SV_PANEL19":
  </td>
  <td>
    := "ALM_PANEL19":
  </td>
</tr>
```

```
<tr>
  <td>Voltaje Panel 20 [V]</td>
  <td>
    := "SV_PANEL20":
  </td>
  <td>
    := "ALM_PANEL20":
  </td>
</tr>
```

```
<tr>
  <td>Voltaje Panel 21 [V]</td>
  <td>
    := "SV_PANEL21":
  </td>
  <td>
    := "ALM_PANEL21":
  </td>
</tr>
```

```
<tr>
  <td>Voltaje Panel 22 [V]</td>
  <td>
    := "SV_PANEL22":
  </td>
```

```
        </td>
        <td>
            := "ALM_PANEL22":
        </td>
    </tr>

    <tr>
        <td>Voltaje Panel 23 [V]</td>
        <td>
            := "SV_PANEL23":
        </td>
        <td>
            := "ALM_PANEL23":
        </td>
    </tr>

    <tr>
        <td>Voltaje Panel 24 [V]</td>
        <td>
            := "SV_PANEL24":
        </td>
        <td>
            := "ALM_PANEL24":
        </td>
    </tr>

    <tr>
        <td>Voltaje Panel 25 [V]</td>
        <td>
            := "SV_PANEL25":
        </td>
        <td>
            := "ALM_PANEL25":
        </td>
    </tr>

    <tr>
        <td>Voltaje Panel 26 [V]</td>
        <td>
            := "SV_PANEL26":
        </td>
        <td>
            := "ALM_PANEL26":
        </td>
    </tr>
```

```
<tr>
  <td>Voltaje Panel 27 [V]</td>
  <td>
    := "SV_PANEL27":
  </td>
  <td>
    := "ALM_PANEL27":
  </td>
</tr>

<tr>
  <td>Voltaje Panel 28 [V]</td>
  <td>
    := "SV_PANEL28":
  </td>
  <td>
    := "ALM_PANEL28":
  </td>
</tr>

<tr>
  <td>Voltaje Panel 29 [V]</td>
  <td>
    := "SV_PANEL29":
  </td>
  <td>
    := "ALM_PANEL29":
  </td>
</tr>

<tr>
  <td>Voltaje Panel 30 [V]</td>
  <td>
    := "SV_PANEL30":
  </td>
  <td>
    := "ALM_PANEL30":
  </td>
</tr>

</table>

<br>
<br>
```

```
<table id="tabla4" border="1">
  <tr>
    <th>Parámetro</th>
    <th>Valor</th>
    <th>Alarma</th>
  </tr>

  <tr>
    <td>Voltaje Batería 1 [V]</td>
    <td>
      := "SV_BATERIA1":
    </td>
    <td>
      := "ALM_BATERIA1":
    </td>
  </tr>

  <tr>
    <td>Voltaje Batería 2 [V]</td>
    <td>
      := "SV_BATERIA2":
    </td>
    <td>
      := "ALM_BATERIA2":
    </td>
  </tr>

  <tr>
    <td>Voltaje Batería 3 [V]</td>
    <td>
      := "SV_BATERIA3":
    </td>
    <td>
      := "ALM_BATERIA3":
    </td>
  </tr>

  <tr>
    <td>Voltaje Batería 4 [V]</td>
    <td>
      := "SV_BATERIA4":
    </td>
    <td>
      := "ALM_BATERIA4":
    </td>
  </tr>
</table>
```

```
</tr>

<tr>
  <td>Voltaje Batería 5 [V]</td>
  <td>
    := "SV_BATERIA5":
  </td>
  <td>
    := "ALM_BATERIA5":
  </td>
</tr>

<tr>
  <td>Voltaje Batería 6 [V]</td>
  <td>
    := "SV_BATERIA6":
  </td>
  <td>
    := "ALM_BATERIA6":
  </td>
</tr>

<tr>
  <td>Voltaje Batería 7 [V]</td>
  <td>
    := "SV_BATERIA7":
  </td>
  <td>
    := "ALM_BATERIA7":
  </td>
</tr>

<tr>
  <td>Voltaje Batería 8 [V]</td>
  <td>
    := "SV_BATERIA8":
  </td>
  <td>
    := "ALM_BATERIA8":
  </td>
</tr>

<tr>
  <td>Voltaje Batería 9 [V]</td>
  <td>
    := "SV_BATERIA9":
```

```
</td>
<td>
    := "ALM_BATERIA9":
</td>
</tr>

<tr>
<td>Voltaje Batería 10 [V]</td>
<td>
    := "SV_BATERIA10":
</td>
<td>
    := "ALM_BATERIA10":
</td>
</tr>

<tr>
<td>Voltaje Batería 11 [V]</td>
<td>
    := "SV_BATERIA11":
</td>
<td>
    := "ALM_BATERIA11":
</td>
</tr>

<tr>
<td>Voltaje Batería 12 [V]</td>
<td>
    := "SV_BATERIA12":
</td>
<td>
    := "ALM_BATERIA12":
</td>
</tr>

</table>

<br>
<br>

<table id="tabla5" border="1">
<tr>
<th>Parámetro</th>
<th>Valor</th>
```

```
</tr>
<tr>
  <td>Nivel Óptimo de Combustible en el Tanque del
  Generador</td>
  <td>
    := "SN_GEN":
  </td>
</tr>
</table>
</body>
</html>
```