

UNIVERSIDAD DE ATACAMA

FACULTAD TECNOLÓGICA

Departamento de tecnología de la energía



IMPLEMENTACION DE MANDO A DISTANCIA PARA APERTURA Y CIERRES A INTERRUPTORES DE MEDIA TENSION

**PROYECTO DE TITULACION FLEXIBLE PARA
OPTAR AL TITULO DE INGENIERIA
EN ELECTRICIDAD**

**PROFESOR GUIA:
ANDRES ALFARO AVALOS**

ALEJANDRO RIVERA PLAZA

2022

INDICE

CAPITULO 1.....	4
1.1 INTRODUCCION.....	3
1.2 DESCRIPCION DE LA EMPRESA	4
1.2.1 COMPAÑÍA MINERA CANDELARIA	4
1.2.2 PUERTO PUNTA PADRONES.....	4
1.3 JUSTIFICACION DEL PROYECTO.....	5
CAPITULO 2.....	6
2.1 MARCO TEORICO	6
2.2 PROCEDIMIENTO MANIOBRAS EN INTERRUPTORES DE MEDIA TENSION	6
2.2.1 Ejecucion de la maniobra.....	7
2.2.2 Elementos de Seguridad.....	7
2.3 LAS SALAS ELECTRICAS	10
2.4 INTERRUPTOR DE MEDIA TENSION.....	12
2.4.1 Plano del interruptor de media tensión	14
2.5 PANTALLA HMI TACTIL.....	15
2.5.1 Estructura del HMI	16
2.5.2 Carasteristas HMI	17
2.5.3 Comunicación por Interfaz profinet	18
2.5.4 Conexión de pantalla HMI	19
2.5.5 Forma de conexión para configuración.....	20
2.6 PLC.....	22
2.6.1 Características del PLC	23
2.6.2 Desventajas y Ventajas del PLC.....	24
2.7 PLC SIEMENS S7 1200.....	25
2.7.1 Modulo controlador CPU.....	26
2.7.2 Modulos de señales.....	28
2.7.3 Modulos de señales SM.....	29
2.7.4 Modulo de comunicación CM.....	29
2.7.5 Modulo CSM	30

2.8 SOFTWARE A UTILIZAR.....	31
2.8.1 TIA PORTAL	31
2.8.1.1 Ventajas del Tia Portal.....	34
2.8.1.2 Vista del portal	34
CAPITULO 3.....	35
3.1 DESCRIPCION DEL PROYECTO	35
3.1.1 Selección de componentes.....	35
3.1.2 Dimension deL panel	36
3.1.3 Diseño del proyecto.....	39
3.3 CONFIGURACION DEL PLC y HMI	46
3.4 CONCLUSION DEL PROYECTO	65
3.5 BIBLIOGRAFIA.....	66

AGRADECIMIENTO

A DIOS

Por regalarme a la familia que tengo, por motivarme y apoyarme en este proyecto de estudio en momentos difíciles.

A MI FAMILIA

Por su cariño ,comprension y apoyo incondicional que sin importar la adversidad y retos en la vida nos ha propuesto,han sabido superarlas.

A MI ESPOSA E HIJOS

Por apoyarme, a aconsejarme y darme animo en los tiempos mas difíciles, en todo sentido en los estudios y laboral.

A mis 3 hijos que son la razon de todo esfuerzo y razon de vivir.

A PROFESORES

Por su paciencia,por sus comentarios,sugerencias y opiniones y ademas entregar la calidad de estudio.

CAPITULO 1

1.1 INTRODUCCION

El presente documento describe la implementacion de un proyecto de panel de comando a distancia por pantalla HMI (Interfaz Humano Máquina) táctil, controlado por PLC y configurado por TIA Portal, para la desenergizacion y energizacion de equipos electricos, en la cual permite minimizar el tiempo de ejecutar la maniobra de desenergizacion y lo mas importante en cuanto a la seguridad, es la eliminacion de la exposicion directa ante la maniobra a todo el personal electricista.

Ante el peligro de enfretarse a la explosion y al riesgo de una descarga electrica o arco flash, por la maniobra de desenergizacion y energizacion del equipo electrico, que en este caso es la apertura o cierre un interruptor de media tension cuya voltaje es de 3300 volts. Es que nace necesidad de implementar un sistema moderno y economico, en la cual todo personal electricista autorizado podra realizar la maniobra a distancia del interruptor sin peligro alguno.

Este proyecto consta de un comando a distancia cableado a un PLC siemens 1200 y con su pantalla HMI táctil de 9 pulgadas, para comandar las aperturas y cierres de los alimentadores de los equipos eléctricos de la sala eléctrica de la planta concentradora.

Este sistema de equipos de PLC y pantalla HMI es una visión a futuro de los cambios que se vienen en la planta concentradora, aprovechando la modernización y aprendizaje.

1.2 DESCRIPCION DE LA EMPRESA

En esta sección se hará una breve descripción de la empresa donde se ejecutó el proyecto.

1.2.1 COMPAÑÍA MINERA CANDELARIA

La compañía minera Candelaria está ubicada a 9 Km. Al sur de Tierra Amarilla, se explota con un sistema mixto, que consiste en una mina a cielo abierto y una mina subterránea que proporciona el mineral de cobre a una concentradora en el lugar con una capacidad de 75.000 toneladas por día. El mineral de la mina Alcaparrosa también es tratada en la concentradora de la minera Candelaria.

La mina subterránea Candelaria Norte produce 6.000 toneladas por día. La mina subterránea Alcaparrosa produce 4.000 toneladas diarias de minera.

Todo el material extraído llega a la planta concentradora también ubicada en Tierra Amarilla, es donde se procesa el material convertido en concentrado de cobre, donde pasa por el proceso de molienda y filtración del concentrado de cobre y el traslado de este material es llevado hacia puerto punta padrones.

1.2.2 PUERTO PUNTA PADRONES

El puerto limpio mecanizado de punta padrinos se ubica en la bahía de Caldera, distante a 110 kilómetros de las operaciones. Los edificios, donde se recibe y almacena el concentrado, cuentan con colectores de polvo y correas transportadoras encapsuladas, que evitan el contacto del material con el exterior. [Cía. Minera Candelaria,2019].

1.3 JUSTIFICACION DEL PROYECTO

El desarrollo de los avances tecnológicos en todo en las áreas del convivir diarios e industriales se ha visto en mayor grado en los equipos eléctricos y electrónicos.

Es por ello por lo que el presente proyecto, permite disponer de un sistema tecnológico de vanguardia con el objetivo de aportar eficacia, conocimiento, accesibilidad, modernidad, a las instalaciones de equipos antiguos donde se realiza innumerables maniobras de desenergización con voltaje de 3300 volts. Ante una mínima falla en el sistema de apertura o cierre del alimentador de media tensión llegaría a constituir un riesgo fatal para la integridad de las personas o electricista autorizado.

Hoy en día, la instrumentación virtual sigue siendo una de las opciones favoritas para construir sistemas de automatización y control de procesos. Sin lugar a duda más y más sistemas están aprovechando la tecnología del PLC para aplicaciones en las cual es el tiempo de prueba es primordial, los instrumentos basados en PLC ofrecen el rendimiento imprescindible que se requiere para los sistemas automatizados actuales.

Nuestra seguridad pasa por evitar el contacto directo con el equipo eléctrico a intervenir, por lo tanto, el comando a distancia por pantalla HMI es lo más seguro ya que no se interviene directo al equipo y ya no es necesario utilizar el traje protector arco flash, se mantiene distancia segura ante cualquier arco flash o relámpago y así evitar un accidente eléctrico.

Bajo este contexto, este proyecto que tiene como objetivo diseñar e implementar un panel o tablero de comando a distancia, utilizando un sistema PLC y una pantalla HMI táctil y desde ahí comandar a distancia la apertura y cierre del equipo eléctrico específico.

CAPITULO 2

2.1 MARCO TEORICO

A continuacion se describe el procedimiento interno, conceptos y articulos electricos que fueron implementado para el proyecto, desde la ubicación del montaje del panel de comando HMI, hasta la descripciones de los artefactos electricos que se utilizaron al sistema electrico actual .

2.2 PROCEDIMIENTO MANIOBRAS EN INTERRUPTORES DE MEDIA TENSION

Este procedimiento interno de la compañía minera candelaria, es un documento que indica a todo personal electricista, el como ejecutar el trabajo o maniobra electrica en media tensión, que considera la apertura y cierre de interruptores en las salas electricas con un traje de proteccion personal, a fin de evitar daños a las personas y/o equipos en las instalaciones de la planta. Este procedimiento se aplica a todo equipo e instalacion cuya tension nominal sea superior a 1000 volts.

Este procedimiento lo ejecuta tanto personal electricista como supervisores de la compañía, el trabajo relacionado con la apertura, cierre y retiro (extraccion) del interruptor de media tension como lo muestra la figura nº 1.



Figura nº 1: Maniobra desenergizacion de equipo de media tension según procedimiento interno.

Este procedimiento de maniobras en interruptores de media tension fue creado, revisado y autorizado solo en las dependencias de la compañía minera Candelaria donde se realizo el proyecto.

Este procedimiento se ejecuta solo en las salas electricas donde NO esta instalado el panel de comando a distancia HMI, ya que con este dispositivo y la distancia, se evita de utilizar el traje de proteccion personal arco flash.

2.2.1 Ejecucion de la maniobra

Al momento de realizar la maniobra de energización o desenergización de equipo electrico con el traje de proteccion arco flash, se deberá coordinar el apoyo de otro electricista, el cual debe estar capacitado en las maniobras de los equipos de media tensión, para así asistir y asegurar al electricista que realizará la maniobra, que cumpla los siguientes pasos:

- Asegure la asistencia y de aviso en caso emergencia.
- No realizar maniobra en equipos que estén con indicación de carga (amperaje).
- Informar cualquier desperfecto que presenten los equipos de maniobra, elementos de protección, u otro involucrado en el presente reglamento.
- Verificar que el cubículo a intervenir se encuentre con todos sus mecanismos de cierre operando y en buenas condiciones.

2.2.2 Elementos de Seguridad

Son elementos de proteccion personal (epp) que tienen el proposito de proteger al trabajador electricista de los riesgos a que esta expuesto durante la realizacion del trabajo. Con este tipo de elementos de seguridad electrica aumenta la seguridad para evitar un accidente electrico con lesiones graves, estos elementos son nombrados a continuacion:

Ropa antífama mínimo 8 cal/cm² (categoría 2 nfpa), Jardinera, chaqueta, capucha arc 65 o 40 según corresponda, protector auditivo, barbiquejo, manivela, candado de control de energía, pértiga de rescate para media tensión, guantes dieléctricos para media tensión. La figura nº2 muestra la exposición de un accidente eléctrico ante una maniobra de desenergización y sin los elementos de seguridad personal como traje arco flash.



Figura nº2: Exposición de arco flash o arco eléctrico.

Se entiende por equipo de protección personal básico, aquel que todo electricista debiera utilizar en todo momento al realizar una maniobra de des y energización de equipo eléctrico. [Procedimiento interno,2002].

Los elementos de proteccion especificos son los adecuados para el tipo de maniobra de media tension y alta tension y se encuentran en tres niveles en arc 65 45 y 40. Un ejemplo de un traje de proteccion especificos personal como lo muestra la figura n°3.



Figura n° 3: Epp especificos para maniobras de media y alta tension.

2.3 LAS SALAS ELECTRICAS

Las salas eléctricas son estructuras construidas con la finalidad de albergar a todos los equipos eléctricos de fuerza, control y operación requeridos por los diferentes tipos de proyectos y sectores productivos. En la figura n°4 muestra la sala electrica donde se instalo el panel del proyecto.

Entre algunos elementos que se ubica en una sala electrica se incluyen: mcc, tableros, interruptores, alimentadores, transformadores, bancos de capacitores, dispositivos, sensores, dispositivos de control local o remoto como botoneras, cables, conexiones, motores, contactos, canalizaciones, soportes, etc.



Figura n°4: Sala electrica de la planta concentradora.

Viendo la naturaleza de su operación, es fundamental que una Sala Eléctrica cumpla con las siguientes exigencias: Sistema de resistencia estructural, sistema de protección contra incendios (detección y extinción), sistema de protección contra incendios F200 utilizado en la planta concentradora y sistema de ventilación.

Debido a que posee un sistema de instalación eléctrica ineficiente, los cuales no se han ido mejorando. Se analizan varios factores por los cuales se han deteriorado las instalaciones:

a. El principal factor de deterioro es, el tiempo de vida útil de cada una de las instalaciones eléctricas y sus sistemas de control cumplieron su ciclo.

b. Condiciones ambientales, debido que los materiales están expuestos a condiciones climáticas variables permitiendo que todas las acometidas eléctricas, cañerías, botoneras de control etc. Se encuentren averiadas, en gran porcentaje presentan daños y en algunos casos los mismos son irremediables, como consecuencia existe un constante riesgo de cortocircuitos, arco flash y detenciones de los equipos que en cuanto a la producción continua es perjudicial.

c. Falta de mantenimiento, debido a que son instalaciones eléctricas, que necesitan revisiones periódicas y gestión técnica, el objetivo es facilitar la eficiencia, ahorro energético y evitar detención de equipos.

d. Cajas generales de protección, están en condiciones defectuosas. El tablero de control y botoneras de comando de algunos equipos y máquinas tienden a fallar. [Emb,2014].

2.4 INTERRUPTOR DE MEDIA TENSION

Este interruptor, es el que realiza la apertura y cierre a los contactos a través del panel comando a distancia HMI del proyecto.

Es un interruptor de media tensión de la serie 81000, estos interruptores de vacío se utilizan para arrancar y detener motores de media tensión, conmutar pequeños transformadores de media tensión o conmutar pequeños bancos de condensadores también como alimentadores. Los interruptores emplean fusibles para la protección contra cortocircuitos y en combinación con los demás aparatos, son adecuados para la conmutación de carga frecuente.

Los interruptores en vacío Siemens, marca de la cual se tiene presente en las salas eléctricas de la planta concentradora y de tipo 96H3 y 97H3 son proporcionados para su uso en la serie 81000 de media tensión controladores. Estos interruptores proporcionan la ventaja de larga vida mecánica y eléctrica con baja mantenimiento. Son aptas para cargas como: motores trifásicos, transformadores, condensadores y cargas resistivas. Ejemplo de un interruptor de media tensión como lo muestra la Figura nº5.



Figura nº5: Interruptor de media tensión

Los contactores en vacío Tipo 96H3 o 97H3 cada uno consta de: Una sección de bajo voltaje que contiene la bobina principal contactos auxiliares y de accionamiento, una sección de media tensión que alberga el tubo de maniobra al vacío, y una estructura de soporte que proporciona montaje para los fusibles de potencia, transformador de control , fusibles primarios y accesorios extraíbles.

El rango de voltaje de utilización para los interruptores desde 2.3 kV hasta 13.8 kV. [Siemens MVC,2019].

2.4.1 Plano del interruptor de media tensión

Existen distintos diseños y planos para diferentes tipos de interruptores de media tensión, la figura nº6 muestra el plano que corresponde a los interruptores de todas las salas eléctricas de la planta concentradora, por lo cual el proyecto utiliza este mismo plano, que se basa en la apertura (open) y cierre (close o trip) para identificación de estos puntos, como lo muestra la figura nº 6.

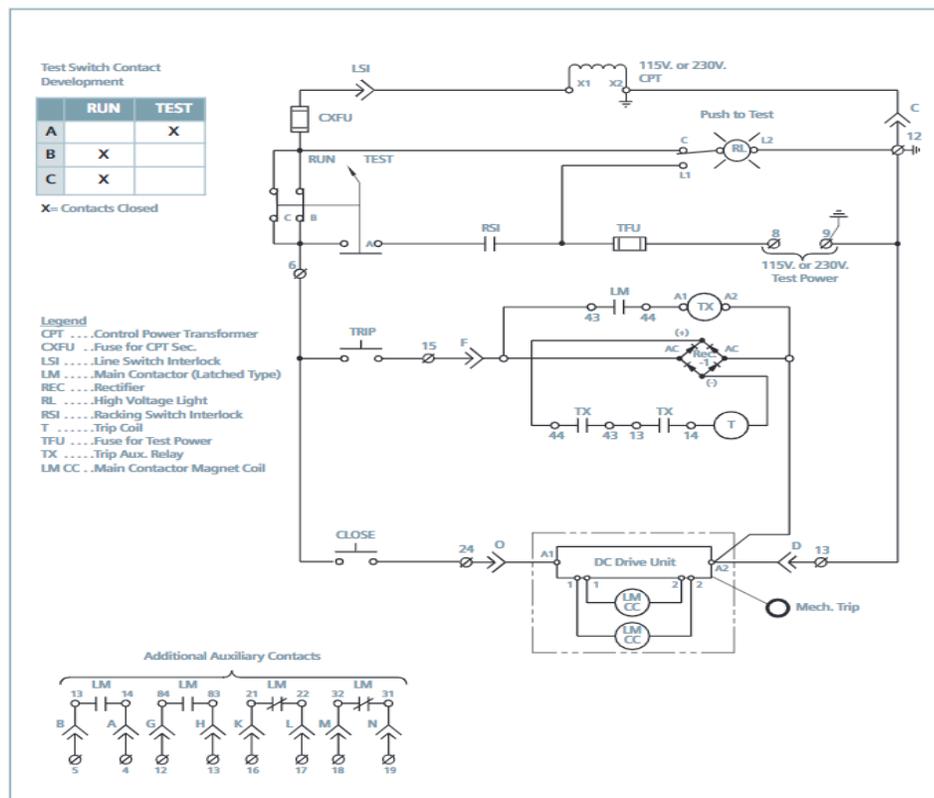


Figura nº6 : Plano del interruptor de media tensión

2.5 PANTALLA HMI TACTIL

Se trata de una Interfaz Humano Máquina, la abreviación se debe por su nombre en inglés: *Human-Machine Interface*.

La función principal de los HMI es mostrar y maniobrar en la pantalla información en tiempo real, proporcionar gráficos visuales y digeribles que aporten significado y contexto sobre el estado del motor, la válvula, niveles y demás parámetros de un determinado proceso.

Características como los graficos vectoriales , los diagramas de curvas barras, textos, mapas de bits y campos de entrada y salida hacen posible una visualizacion clara y facil de usar en las pantallas de control.

Las pantallas HMI como lo muestra la figura n°7 se comunican con los controladores logicos programables (PLC) y los modulos de entradas y salidas para obtener y mostrar informacion para que los usuarios la vean.

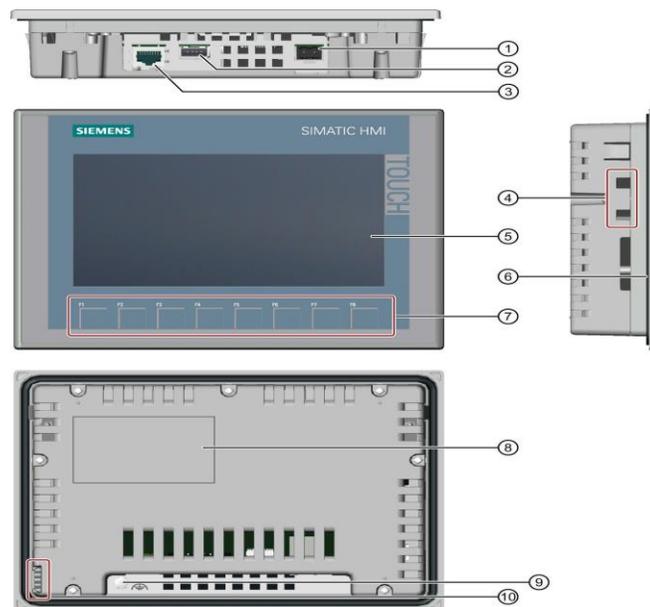
Las pantallas HMI se pueden usar como monitoreo y seguimiento, o para realizar operaciones más sofisticadas, como apagar máquinas o aumentar la velocidad de producción, dependiendo de cómo se implementen.



Figura n° 7: Pantalla HMI que se utilizo en proyecto.

2.5.1 Estructura del HMI

La siguiente figura n°8 muestra la estructura de los dispositivos HMI tomando como ejemplo la KTP 900 basico color, que esta equipada con una dimension de 9 pulgadas TFT, pantalla de 256 colores, una resolucio de 320 x 240 pixeles . Este tipo de pantalla fue la se utilizo en el proyecto.



- | | |
|--|--------------------------------|
| 1. conexión para la fuente de alimentacion | 6. Junta de montaje |
| 2. puerto USB | 7. Teclas de funcion |
| 3. Interfaz PROFINET | 8. Placa de caracteriticas |
| 4. Escotadura para tensionar | 9. Conexion |
| 5. Pantalla tactil | 10. Guia para tiras rotulables |

Figura n°8: Estructura HMI.

2.5.2 Características HMI

- Hardware estándar para distintas aplicaciones: permite controlar varias aplicaciones según el requerimiento del operador.
- Posibilidad de modificaciones futuras sin para el proceso; mediante el software se puede modificar las condiciones de trabajo para la obtención del proceso deseado.
- Posibilidades de ampliación: se puede reemplazar y añadir dispositivos de acuerdo con el crecimiento del proceso en la industria.
- Interconexión y cableado exterior: Es muy baja ya que sustituyen sistemas cableados (elementos físicos como botones, interruptores, equipos de relés, lámparas, leds) por sistemas programables compactos.
- Tiempo de implantación: Es muy corto.
- Mantenimiento: Es más fácil ya que se lo realiza mediante el programa que fue previamente cargado en el proceso que está siendo objeto de control.
- Configuración: Permite definir el entorno de trabajo con Tia Portal, adaptándolo a la aplicación particular que sea deseada desarrollar.
- Interfaz gráfica del operador: proporciona al operador las funciones de control y supervisión de la planta.
- Módulo de proceso: Ejecuta las acciones de mando preprogramadas a partir de los valores actuales de variables leídas.
- Gestión y archivo de datos: Almacenamiento y procesado ordenado de datos, de forma que otra aplicación o dispositivo pueda tener acceso a ellos.
- Comunicaciones: Transferencia de información entre la planta y la arquitectura hardware que soporta el scada, y también entre ésta y el resto de los elementos informáticos de gestión. [Siemens,2019].

2.5.3 Comunicación por Interfaz profinet

Para la conectividad entre PLC y HMI y que gracias a la calidad y sencilla conexión es que se utilizo una interfaz de PROFINET (*process field net*) o ETHERNET que es un estandar tecnico de la industria para comunicación de datos atraves de industria ethernet. Su programacion que se lleva a cabo con la nueva version de software de TIA Portal, por lo cual se configura y maneja con gran facilidad.

Todas las variantes de los nuevos modelos Simatic HMI basic panels llevan integrada una interfaz PROFINET. Como lo muestra figura n°9.

Los nuevos paneles Simatic HMI basic con interfaz profinet integrada permite la visualizacion de maquinas y proceso de una manera sencilla e intuitiva, ademas de la comunicación con el controlador conectado y la transferencia de datos de paranametrizacion y configuracion, esto es parte esencial de la interaccion con Simatic S7 1200.[Siemens.2012]



Figura n°9: Conexión profinet o ethernet.

2.5.5 Forma de conexión para configuración

Para conectar el PC de configuración o transferencia de datos, utilice un cable Ethernet CAT5 o superior como lo indica estos pasos, como lo muestra la figura nº 11.

1. desconecte o apague el panel de operador
2. enchufe un conector RJ45 del cable LAN al panel de operador.
3. enchufe un conector RJ45 del cable LAN al PC de configuración.

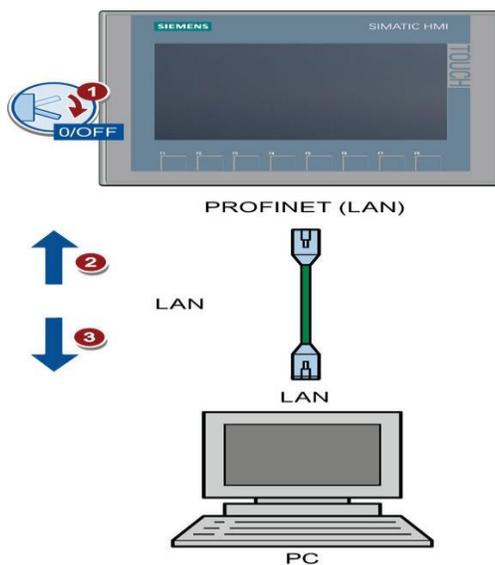


Figura nº 11: Conexión de pc a HMI.

Los HMI Basic Panels con interfaz Profinet se pueden conectar a los siguientes controladores (plc) SIMATIC:

Simatic S7 -200, Simatic S7-300/400, Simatic S7 con interfaz profinet, Simatic S7-1200, Simatic S7-1500. Como lo muestra la figura nº 12. (Siemens,2012).

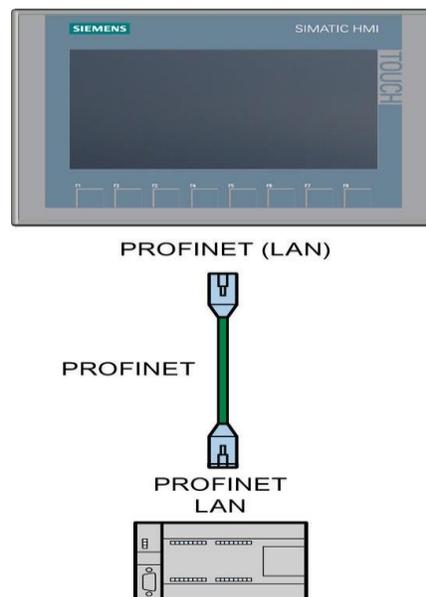


Figura nº12. La conexión se realiza a través de PROFINET/LAN.

2.6 PLC

Un controlador lógico programable, más conocido por sus siglas en inglés PLC (*Programmable Logic Controller*) o por autómeta programable, es una computadora utilizada en la ingeniería automática o automatización industrial. Para automatizar procesos electromecánicos, electropneumáticos, electrohidráulicos, tales como el control de la maquinaria de la fábrica en líneas de montaje u otros procesos de producción así como atracciones mecánicas.

Los PLC son utilizados en muchas industrias y máquinas. A diferencia de las computadoras de propósito general, el PLC está diseñado para múltiples señales de entrada y de salida, rangos de temperatura ampliados, inmunidad al ruido eléctrico y resistencia a la vibración y al impacto.

Los programas para el control de funcionamiento de la máquina se suelen almacenar en baterías, copia de seguridad o en memorias no volátiles. Un PLC es un ejemplo de un sistema de tiempo real, donde los resultados de salida deben ser producidos en respuesta a las condiciones de entrada dentro de un tiempo limitado, de lo contrario no producirá el resultado deseado.

Un PLC se puede definir como un sistema basado en un microprocesador. Sus partes fundamentales son la Unidad Central de Proceso (CPU), la Memoria y el Sistema de Entradas y Salidas (E/S). Ejemplo de PLC figura nº13.



Figura nº13: Controlador logico programable.

2.6.1 Características del PLC

- Tecnología de banda ancha.
- Velocidades de transmisión de hasta 45 Megabits por segundo (Mbps).
- Proceso de instalación sencillo y rápido para el cliente final.
- Enchufe eléctrico; toma única de alimentación, voz y datos.
- Sin necesidad de obras ni cableado adicional.
- Equipo de conexión (Modem PLC).
- Transmisión simultánea de voz y datos.
- Conexión de datos permanente (activa las 24 horas del día).
- Permite seguir prestando el suministro eléctrico sin ningún problema.

2.6.2 Desventajas y ventajas del PLC

Los PLC, presentan ciertas desventajas como:

- En la necesidad de contar con técnicos cualificados especialmente para ocuparse de su funcionamiento y mantenimiento.

En cuanto sus ventajas el PLC tiene como, por ejemplo:

- Menor cableado.
- Reducción de espacio.
- Facilidad para mantenimiento y puesta a punto.
- Flexibilidad de configuración y programación.
- Reducción de costos.

2.7 PLC SIEMENS S7 1200

El controlador compacto SIMATIC S7-1200 es el modelo modular y compacto para pequeños sistemas de automatización que requieran funciones simples o avanzadas para lógica, HMI o redes. Se selecciono este dispositivo gracias a su diseño compacto, su bajo costo y sus potentes funciones, los sistemas de automatización S7- 1200 son idóneos para controlar tareas sencillas.

El controlador S7-1200 ofrece la flexibilidad y potencia necesarias para controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas necesidades de automatización. Gracias a su diseño compacto, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7-1200 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones con lo muestra figura nº14. [Siemens,2018].



Figura nº14: Componentes asociados al PLC S7 1200.

2.7.1 Modulo controlador CPU

La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, circuitos de entrada y salida, profinet integrado, E/S de control de movimiento de alta velocidad y entradas analógicas incorporadas, todo ello en una carcasa compacta, conformando así un potente controlador.

Para comunicarse con una programadora, la CPU incorpora un puerto profinet integrado. La CPU puede comunicarse con paneles HMI o una CPU diferente en la red profinet. Como muestra la cpu en la figura nº15.

Algunas CPU SIMATIC S7 tienen puntos de entrada y salida en el mismo recinto con la CPU. Por ejemplo, La CPU S7-1200 que se muestra en el gráfico adjunto tiene 14 entradas digitales, 10 salidas digitales, 2 entradas analógicas y 2 salidas analógicas.

El sistema SIMATIC S7-1200 incluye tres modelos de CPU con potencia escalonada: CPU 1211C, CPU 1212C y CPU 1214C. Todas ellas pueden ampliarse en función de las necesidades de la máquina.

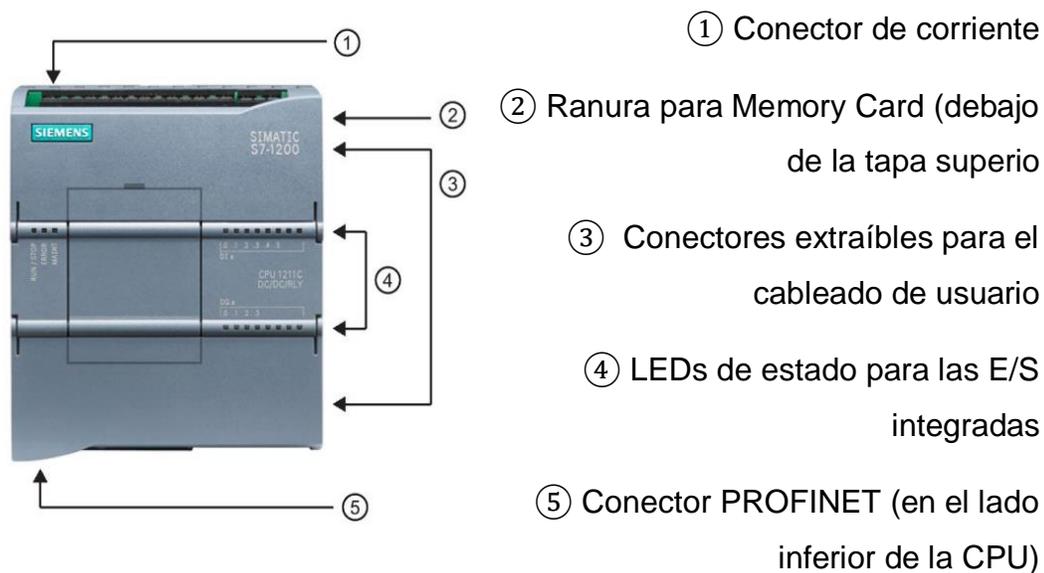


Figura nº15: CPU.

2.7.2 Módulos de señales de salida

Estos módulos de salida es el encargado de activar y desactivar los actuadores (bobinas de contactores, lamparas ,motores pequeños, interruptores, etc) la información enviada por la CPU, una vez procesada, se envía al módulo de salida para que estas sean activadas y a la vez los actuadores que están conectados. Con un Módulo de Señales Integradas adicional, podrá aumentar el número de E/S digitales o analógicas de su controlador sin necesidad de aumentar físicamente su tamaño.

A cada CPU puede añadirse un Módulo de Señales Integradas para ampliar el número E/S digitales o lógicas sin necesidad de aumentar el tamaño físico del controlador. A la derecha de la CPU pueden colocarse los Módulos de Señales que se requieran para aumentar la capacidad de E/S digitales o analógicas. como lo muestra la figura n°16 A.

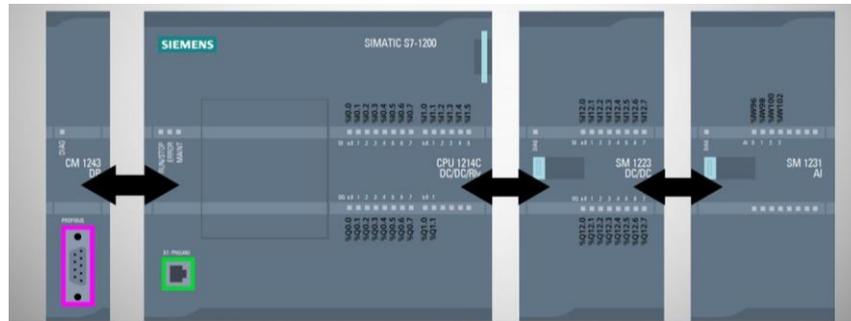


Figura n°16 A: montaje de módulos E/S.

El hardware completo SIMATIC S7-1200 incorpora clips para un montaje rápido y fácil en perfil DIN de 35 mm. Además, estos clips integrados son extraíbles, lo que significa que pueden funcionar como taladros de montaje en caso de no utilizarse perfil soporte. El hardware Simatic S7-1200 puede instalarse, con absoluta flexibilidad, tanto en posición horizontal como vertical como lo muestra la figura n°16 B.



Figura nº16 B: Muestra de click integrados para montajes.

2.7.3 Módulos de señales SM

Las mayores CPU admiten la conexión de hasta ocho Módulos de Señales, ampliando así las posibilidades de utilizar E/S digitales o analógicas adicionales, para la configuración en el PLC se denomina como DQ, este modulo se instalara en el proyecto, como lo muestra la figura nº17.



Figura nº17:Modulo de señal

2.7.4 Modulo de comunicación CM

Toda CPU Simatic S7-1200 puede ampliarse hasta con 3 Módulos de Comunicación. Los Módulos de Comunicación RS485 y RS232 son aptos para conexiones punto a punto en serie, basadas en caracteres como lo muestra la figura nº18.



Figura nº18: Modulos de comunicación.

2.7.5 Modulo CSM

La interfaz de comunicación *compact switch module* de Simatic S7-1200 está formada por una conexión RJ45 inmune a perturbaciones, con función Autocrossing, que admite hasta 16 conexiones Ethernet y alcanza una velocidad de transferencia de datos hasta de 10/100 Mbits/s. Para reducir al mínimo las necesidades de cableado y permitir la máxima flexibilidad de red, puede usarse conjuntamente con Simatic S7-1200 el nuevo *Compact Switch Module* CSM 1277, a fin de configurar una red homogénea o mixta, con topologías de línea, árbol o estrella como lo muestra la figura nº19.

El CSM 1277 cuenta con cuatro conectores hembra RJ45 para la conexión de equipos terminales o de otros segmentos de red. [Siemens,2018].



Figura nº19: Modulos CSM.

2.8 SOFTWARE A UTILIZAR

Para poder configurar la pantalla HMI del proyecto, se utilizo un software de la marca Siemens llamado TIA Portal.

2.8.1 TIA PORTAL

Tia Portal su significado *Totally Intergrated Portal*, integra diferentes productos Simatic en una aplicación de software que le permitira aumentar la productividad y la eficiencia del proceso. Dentro del TIA Portal, los productos TIA interactuan entre si, ofreciendo soporte en todas las areas implicadas en la creacion de una solucion de automatizacion.

Con el TIA Portal se configura tanto el control como la visualización en un sistema de ingeniería unitario. Todos los datos se guardan en un proyecto. Los componentes de programación (STEP 7) y visualización (WinCC) no son programas independientes, sino editores de un sistema que accede a una base de datos común. Todos los datos se guardan en un archivo de proyecto común. Para todas las tareas se utiliza una interfaz de usuario común desde la que se accede en todo momento a todas las funciones de programación y visualización.

Todos los datos se guardan en un proyecto del TIA Portal. Los cambios en los datos de aplicación, como ejemplo las variables, se actualizan automáticamente en todo el proyecto, abarcando incluso varios dispositivos

Una solución de automatización típica abarca lo siguiente:

- Un controlador que solo monitorea los parámetros del equipo.
- Un panel de operador que solo visualiza el proceso.

Como lo muestra la figura nº19 A.

Otro ejemplo básico, la ejecución o maniobra por pantalla HMI:

- Un panel o pantalla HMI de operador con el que se maneja o visualiza cualquier equipo que se requiera dar partida o arranque a un equipo eléctrico, en este caso de apertura y cierre del interruptor. Como lo muestra la figura nº19 B.



Figura N°19 A: Programa, controlador , visualizacion y monitoreo del proceso.



Figura n°19 B: Ejemplo del proyecto, programa, controlador, visualizacion y manejo.

El TIA Portal le ayuda a crear una solución de automatización, los principales pasos de configuración son:

- Creación del proyecto
- Configuración del hardware
- Conexión en red de los dispositivos
- Programación del controlador
- Configuración de la visualización
- Carga de los datos de configuración
- Uso de las funciones online y diagnóstico.

2.8.2 Ventajas del Tia Portal

- Gestión conjunta de los datos
- Manejo unitario de los programas, los datos de configuración y los datos de visualización.
- Comodidad de carga de los datos en los dispositivos.
- Configuración y diagnóstico asistidos por gráficos.

2.8.4 Vista del portal

Este software del TIA Portal ofrece una vista de las herramientas orientada a las tareas. El objetivo de la vista del portal es facilitar en lo posible la navegación por las tareas y los datos del proyecto. Para ello, es posible acceder a las funciones de la aplicación desde distintos portales, según las principales tareas

que deban realizarse. La siguiente figura n°20, muestra la estructura de la vista del portal.[Siemens,2019]

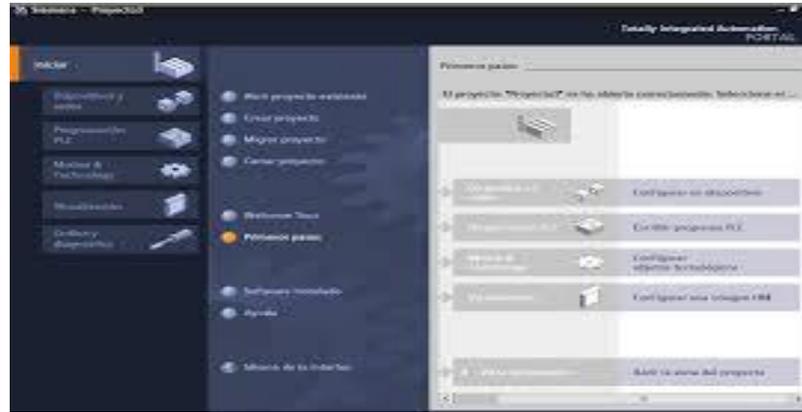


Figura n°20: Vista del portal.

CAPITULO 3

3.1 DESCRIPCION DEL PROYECTO

En este capítulo se determina las partes necesarias para la construcción del panel o tablero del proyecto, así como también las dimensiones y capacidades de los elementos, la selección de los materiales y la construcción de las partes correspondientes, la descripción del proyecto como tal, de igual forma el desarrollo de la configuración o programación de la pantalla HMI para comando distancia.

3.1.1 Selección de los componentes

En el tablero metalico se instalo el dispositivo de control y de alimentacion como son:

- PLC siemens S7 1200 de alta gama, modulo CPU de 1212 C DC/DC/RLY.
- Modulos de señales de salida 1222 RLY.
- Modulos CSM 1277 simatec net.
- Pantalla HMI Simatic KP900 full color y de 9" de tamaño, como lo muestra la figura n°21.



Figura n°21: Modulos del PLC y HMI.

El PLC y la pantalla HMI, es alimentado de una fuente externa independientes de 24 volts y de 5 amperes para así también alimentar a los otros módulos.

Todos estos módulos del PLC están sobrepuesto en rieles DIN fijado al respaldo metálico del tablero, a lo largo del riel se montan los dispositivos PLC.

Un segundo riel DIN fijado al respaldo metálico es donde estarán ubicados las borneras de conexión, las mismas que servirán de comunicación entre las entradas y salidas del PLC, evitando el daño a los pines de contactos del PLC por la manipulación constante de los mismos y su vez las bornes llegan a los cubículos de los puntos de conexión para apertura y cierre de interruptor del proyecto, que se encuentra en gabinete principal del interruptor de media tensión llamado switchgear.

Un tercer riel DIN donde se ubican los interruptores termomagnéticos de 4 amperes para protección de las fuentes de alimentación, dispositivos de PLC y pantalla HMI. Como lo muestra en la figura nº22.

Cableado eléctrico de las entradas y salidas desde PLC utilizando cable de 16 AWG para el control que va desde PLC hasta borneras TB (block de terminales) de conexión.

La pantalla de comando a distancia HMI instalada arriba del tablero de control PLC, en la cual la pantalla está sujeta a abrazadera al tablero base, esta base tiene un ángulo de 30° para tener una mejor visión y manipulación de las teclas de la pantalla.

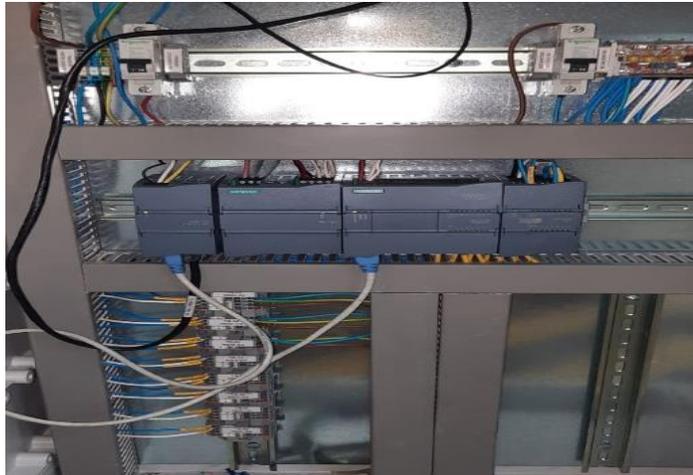


Figura n°22: Cableado y distribución de los dispositivos PLC y HMI.

Desde estos paneles o tableros de comando se distribuye y se instala una canaleta o bandeja metálica que se dirigen a los interruptores de media tensión con cables tipo cordón de 3 x 14 en forma individual a cada interruptor en la sala eléctrica como lo muestra la siguiente figura n°23.

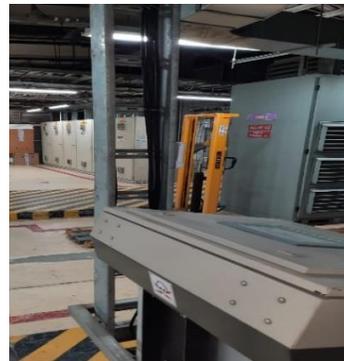


Figura n°23: Bandeja metálica distribución de cables de control.

3.1.2 Dimensionado del panel

El panel o tablero de control consta de un tablero metalico de 80 cm x 50 cm. con un ancho de 20 cm. En su interior se encuentra un respaldo de acero en lo cual se instalan los distintos dispositivos electricos para el proyecto como lo muestra la figura n°24.

Tambien cuenta con una base metalica de 70 cm. x 60 cm. Con un ancho de 10 cm a 20 cm de espesor . Esta base es donde se instalo en su centro la pantalla HMI.



Figura n°24: Panel o tablero control PLC y tablero base HMI.

3.1.3 Diseño del proyecto

En este diseño se implementara un sistema de control de comando a distancia, utilizando PLC y una pantalla HMI configurada por un software TIA portal.

¿Cómo se controla? Desde de la pantalla de inicio se comienza realizando touch como lo muestra la figura n°25 A, para continuar a la siguiente pantalla que controla la apertura y cierre del interruptor, según lo requerido, se puede comandar 5 cubiculos de interruptores de media tension de 3300 volts. En la cual son comandadas en forma independientes desde la pantalla como lo muestra la figura n°25 B.



Figura n°25 A: Inicio de la maniobra



Figura n°25 B: Selección de abrir o cerrar.

Seleccionando las imágenes de las pantallas según el interruptor a utilizar, en la figura n°26, nos indica la distancia desde el panel HMI de comando hasta el interruptor de media tensión, que se encuentra en frente de la sala eléctrica.



Figura n°26: Distancia para apertura (abrir) y cierre del interruptor(cerrar).

Los interruptores de media tensión que están ubicados en los swithgear de la sala eléctrica necesitan de un pulso de 120 volts Dc, para su apertura o cierre de interrupción, ese pulso tiene una duración como de 1 a 3 segundos aproximados y es entregado por el PLC en una de sus salidas ya configurada.

En la siguiente figura n° 27 A, muestra el plano del interruptor de media tensión, identifica el donde llegará el pulso de 120 v dc, en los puntos n°15 trip (apertura) y el punto n°24 close (cierre) identificado con un círculo rojo, en la cual la pantalla HMI comanda y el PLC distribuye la señal que llega hacia el interruptor.

En figura n°27 B, muestra la TB (block de terminales) que se encuentra ubicado en el cubículo interior del interruptor, donde en forma cableada desde PLC llega hacia el interruptor para ser conectado a la TB (block de terminales) o bornera terminal de conexión.

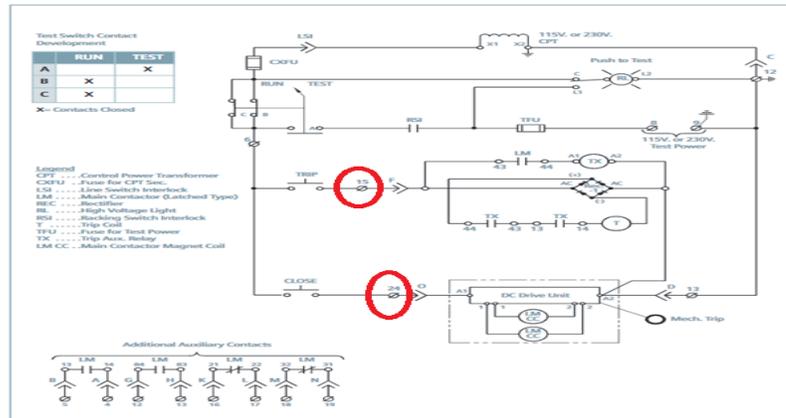


Figura n° 27 A: Plano esquemático.

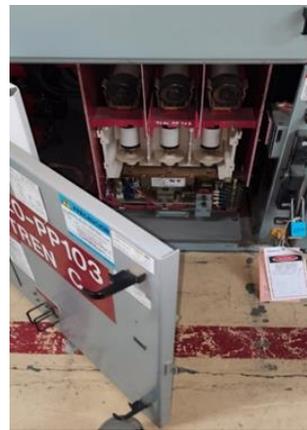
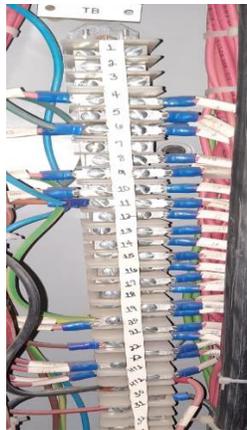


Figura n° 27 B: TB, bornera terminal del interruptor de media tensión.

Esta señal distribuida por el PLC, realiza un pulso sin retencion ya configurado en el modulo de salida DQ del PLC, donde esta alimentado por 120 volt dc. En forma independiente desde un transformador de control de 120 volts. La figura n°28 muestra el modulo de salida DQ cableado desde el trafo de control de 120 volts hasta la TB de control del interruptor de media tension.



Figura n°28: Modulo de salida DQ.

En la figura siguiente nº29, muestra un interruptor de media tension del cual realiza el accionamiento de la apertura o cierre del interruptor comandado por la pantalla HMI.



Figura nº29: Interruptor de media tension comandada por pantalla HMI del proyecto.

La figura n°30 , muestra en resumen los pasos de la maniobra del proyecto de apertura y cierre del interruptor de principio a fin.



Comunicación entre HMI y PLC.
Comando para apertura o cierre
de interruptor de media
tensión.



PLC

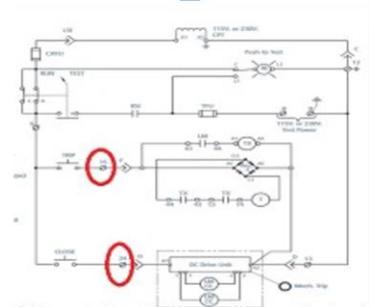
Salida del pulso de 120 volts dc
Hacia interruptor para apertura



Salida del pulso 120 volts
dc para cierre.



Interruptor de media tensión.



Plano.: indicación puntos de conexión donde
llega los 120 volts dc. del interruptor.

Figura n°30: Pasos del proyecto de apertura y cierre del interruptor .

3.3 CONFIGURACION DEL PLC y HMI

En este apartado se explica la configuración del PLC y la pantalla HDMI, para esto se utilizó el software Tia Portal, para ello se describe un paso a paso.

Paso n°1: Crear Proyecto.

Seleccionar la ventana **crear proyecto**, que permitirá nombrar el proyecto nuevo. Para este ejemplo se crea el proyecto con el nombre “**Comando a Distancia**”(1), luego dar click en el botón “**Crear**”, que permite **crear** el proyecto nuevo (2). Ver figura n°31.

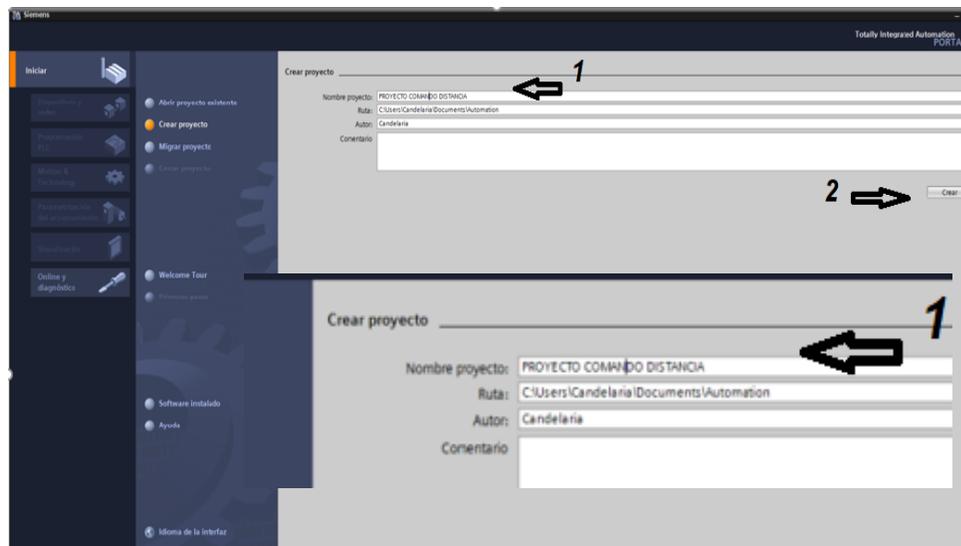


Figura n°31: Crear y nombrar proyecto.

Paso n°2: Agregar dispositivo PLC (CPU).

Se abre esta ventana donde se utiliza la **configuración del dispositivo**, como lo muestra la figura n°32.



Figura n°32: Configuración de dispositivo.

Muestra todos los dispositivos a configurar, se comienza con los **controladores**, se busca y se agrega el PLC con que se trabaja en el proyecto y a configurar, en este caso la CPU S7-1200, con su referencia, versión y se **agrega**, como muestra la figura n°33 A y en la figura n°33 B.

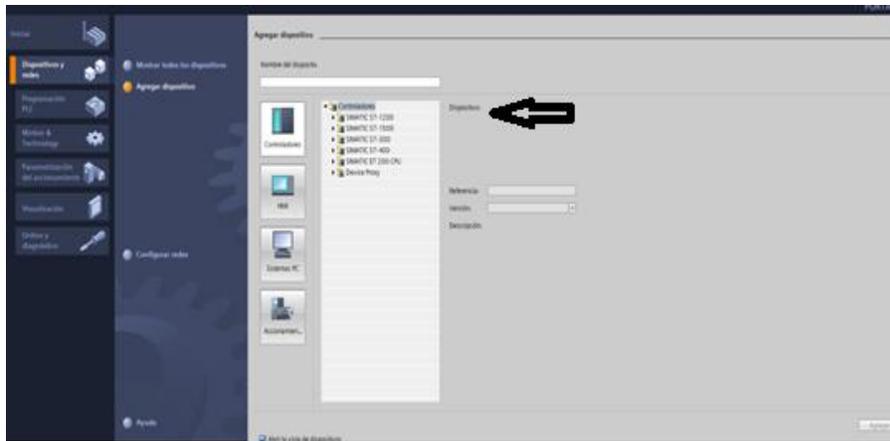


Figura nº33 A: Buscar dispositivo CPU.

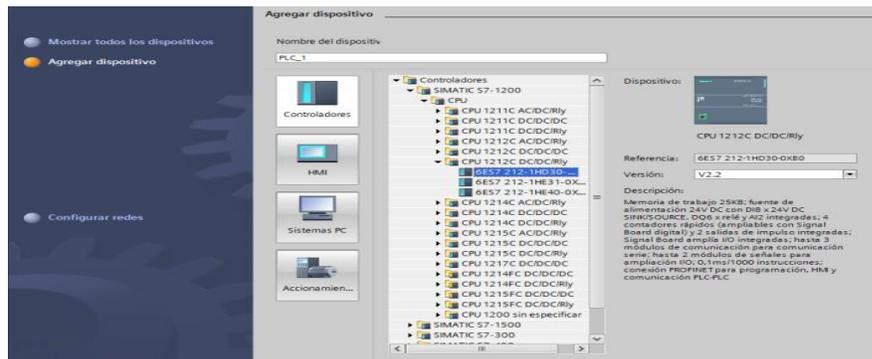


Figura nº33 B: Agregar dispositivo CPU.

Paso n°3: Agregar dispositivo modulo de señales.

Una vez ya seleccionado y agregado la CPU, se busca el modulo de señales de salida a utilizar en proyecto, en este caso el modulo de salida es denominado **DQ16 relay** con su referencia y version se **agrega** el modulo DQ a la CPU, como se ve en la figura n°34 A y en la figura n°34 B.

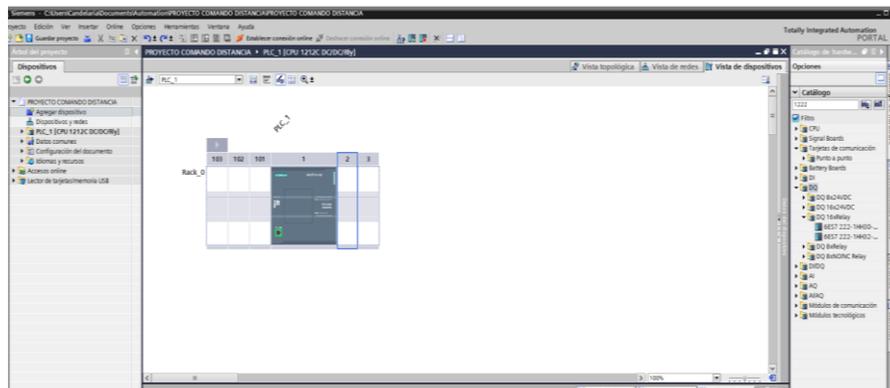


Figura n°34 A: Se busca modulo de salida DQ16 relay.

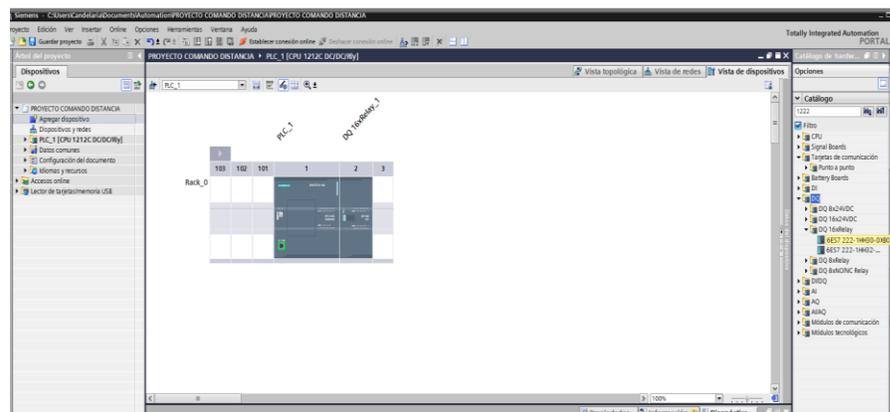


Figura n°34 B: Agregado el modulo de salida a la CPU

Paso nº4: Inscripción de las variables.

En la carpeta de **variables PLC (4)**, es donde se inscriben todas las variables que se utilizan en el proyecto, las variables PLC es dar el nombre a las entradas y salidas del PLC, las marcas y datos de memoria utilizados en este proyecto. Ejemplo de una de las variables nombrada BT_OP_PP102, que significa boton open PP102. Como lo muestra la figura nº35.

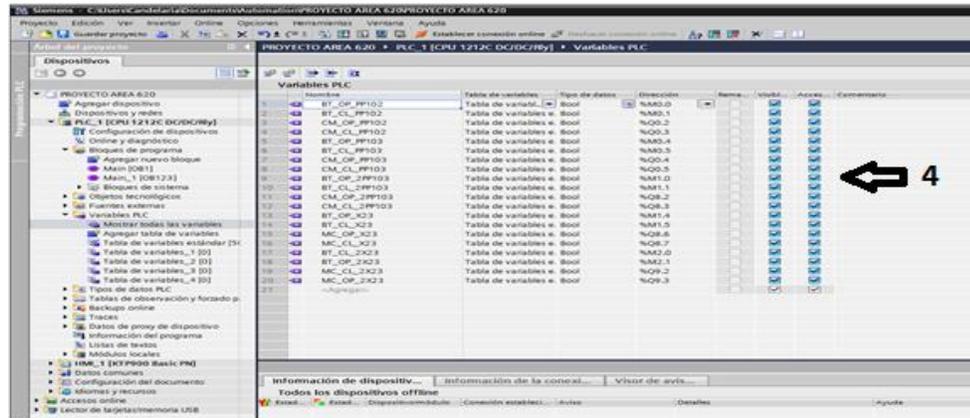


Figura nº35: Anotaciones de las variables de PLC.

Paso nº5: Bloque de programa

Una vez ya escritas las variables, se comienza con la configuración en las carpeta **bloques de programa (5)** y en **MAIN (6)**, es aquí donde al abrir se configura el bloque en cada segmento en la cual se le agrega: 1 pulsador como contacto abierto, 1 temporizador a 1 segundo y la salida de bobina, cada uno con su variable correspondiente.

Por ejemplo figura n°36, muestra 1 variable del segmento BT_OP_PP102, esta variable es 1 pulsador contactor abierto, despues se agrega temporizador TP con pulso de 1 segundo para energizar o desenergizar la bobina y por ultimo la salida bobina denominada como CM_OP_PP102, en el **segmento N°1 (7)**, en la seccion del bloque..

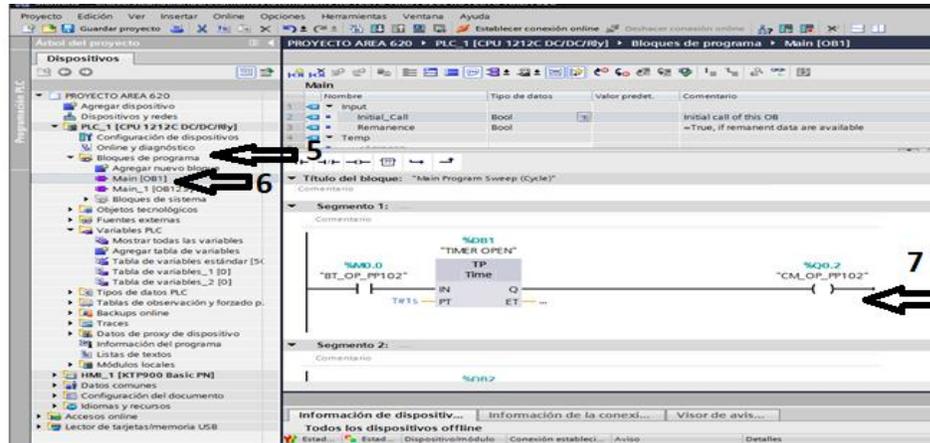


Figura n°36: Bloques de programa, Main y segmento n°1.

Paso nº 6: Buscar y agregar dispositivo HMI

Una vez terminado la configuración de los bloques de PLC, se continua con la pantalla HMI, se busca nuevamente **agregar dispositivo (8)**, se abre una ventana donde aparece **HMI**, se ingresa en **Simatic Basic Panel**, luego **9" display** y despues su **referencia, version** y se **acepta**. Como lo muestra la figura nº 37.

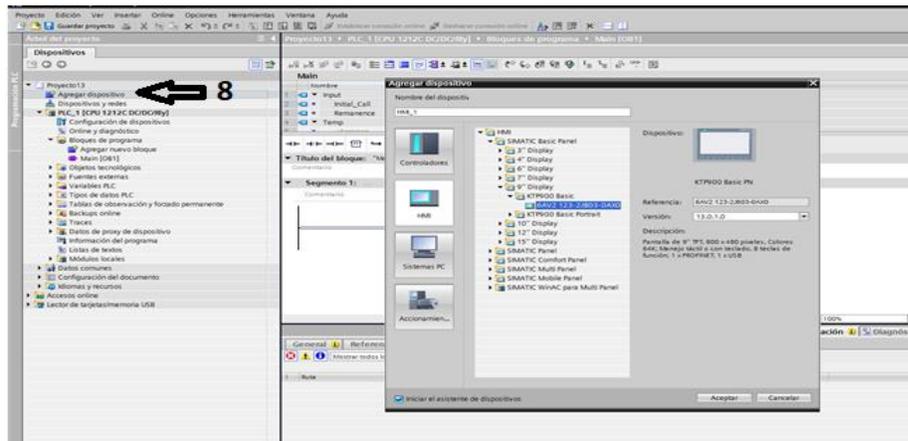


Figura nº 37: Buscar y agregar dispositivo HMI.

Paso nº7: Comunicación inicial de PLC y HMI.

Una vez agregado y aceptado la HMI, se abren estas ventanas donde se habilita y se comunica internamente el PLC con la pantalla HMI. Como lo muestra la figura nº38.

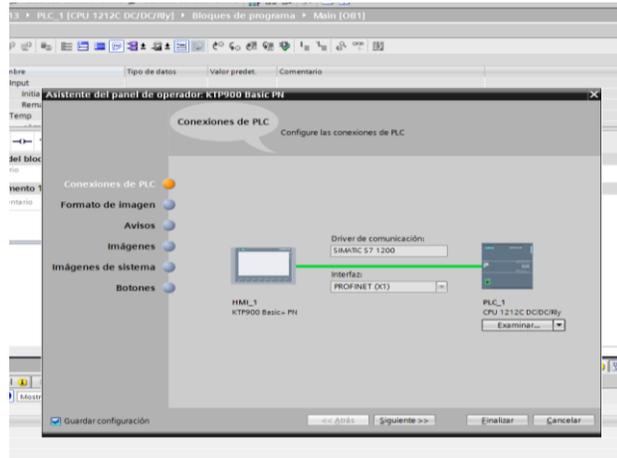
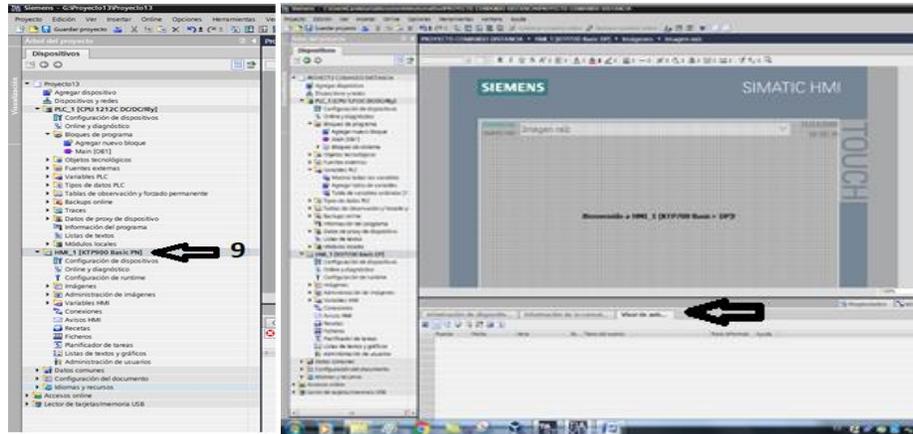


Figura nº38: Comunicación HMI y PLC.

Paso nº8: Arbol de configuracion de la carpeta HMI.

Al enlazar la comunicación, se activa una ventana donde aparece el **arbol del proyecto** y el dispositivo de HMI para poder configurar las pantallas en la **carpeta HMI (9)**, al dar un **click** aparece el arbol de configuracion donde aparece **carpeta imágenes**. Como lo muestra la figura nº39.



La figura nº39: Muestra el arbol de configuracion para HMI.

Paso nº9: Configuracion de las pantallas HMI

En este paso es donde se le da forma, color y texto a las pantallas HMI, en esta instancia, en la primera pantalla es denominada **imagen raiz**.

En lado izquierdo en arbol de proyecto en la carpeta de imágenes, se selecciona imagen raiz para comenzar a utilizar patrones de colores, para cambiar color de pantalla completa, se va **propiedades (10)**, que esta debajo lado inferior de la pantalla simatic, en link **general (11)**, se abre la ventana **patron**

(12) es donde se cambia el color de fondo de la pantalla, como lo muestra la figura nº40.

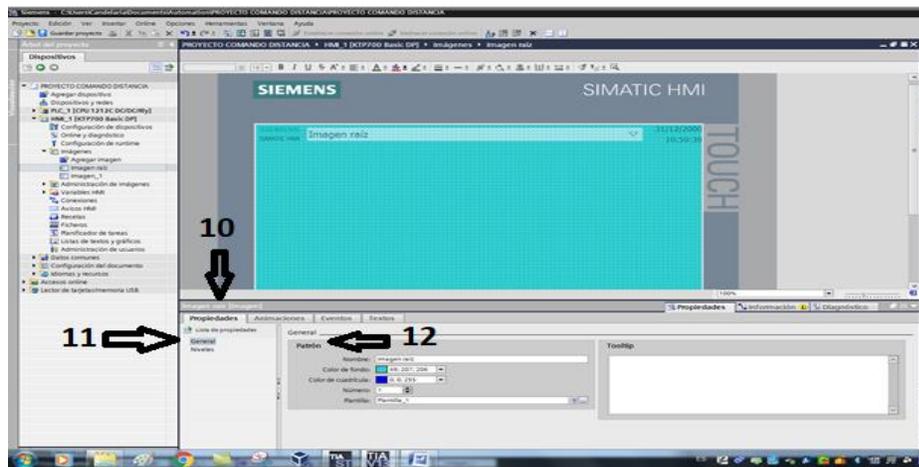


Figura nº 40: Patrones de colores.

Todo los texto como por ejemplo, el nombre o titulo del proyecto comando a distancia, se configura buscando lado derecho de la pantalla, **objetivos basicos (13)**, aparecera **cargo de texto (14)** y se arrastra a la pantalla de la imagen raiz, se escribe el **titulo (15)** y doble click .como muestra la figura nº41

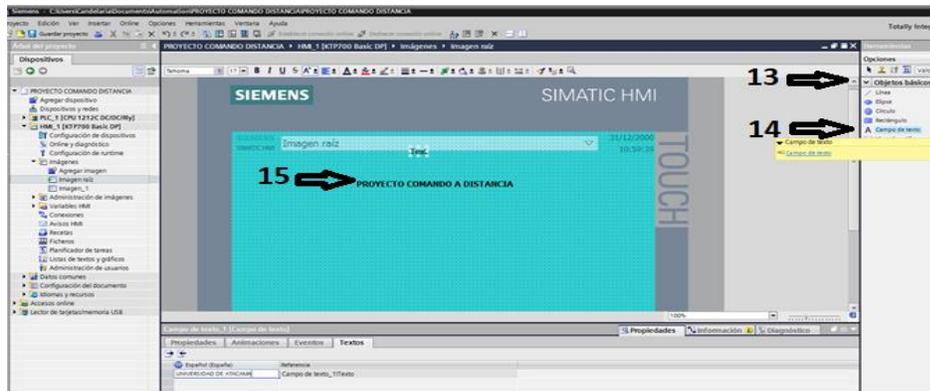


Figura nº41: Patrones de texto.

Paso nº10: Configuración de botón de inicio.

Este paso es muy importante, ya que se configuran los botones de pulsadores táctiles, en la cual al presionar en la pantalla se **activa**, para avanzar a otro elemento o pantalla, para esto se le agrega el botón que se nombra como de **inicio**, en este proyecto. Este botón de INICIO es para pasar a la siguiente página o pantalla (segunda imagen) al presionar el botón táctil, en el lado derecho de la pantalla se encuentran los **objetivos básicos**, se seleccionan **elementos (16)** y se busca el elemento **botón (17)**.

Una vez seleccionado el **botón**, se arrastra al centro de la primera pantalla de la imagen raíz, para cambiar el **texto** del botón, en el lado inferior, se va a **propiedades**, link **general, modo (18), texto (19)**, se cambia el **texto** y se escribe **INICIO**, como lo muestra la figura nº42 A, nombrando al botón cuadrado del centro de la pantalla como botón de INICIO.

En la figura nº42 B, es donde se cambia el color al botón cuadrado de INICIO, como se indicó en el paso nº9.

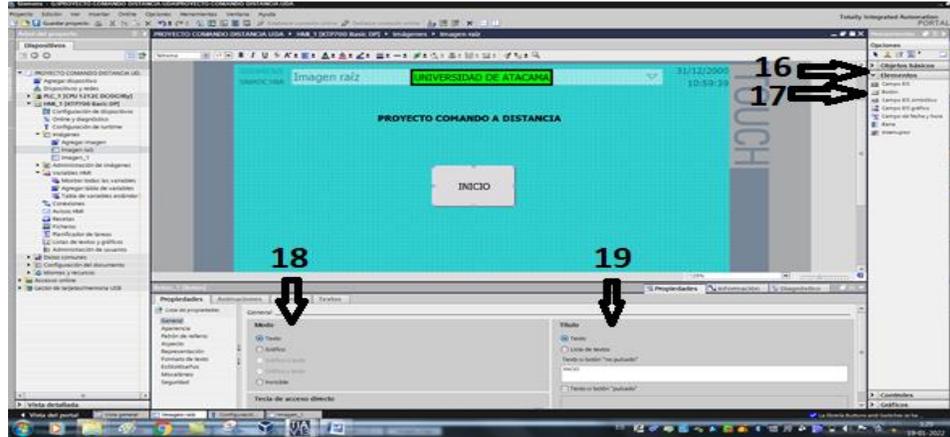


Figura n°42 A: Configuración y texto de botón de inicio.

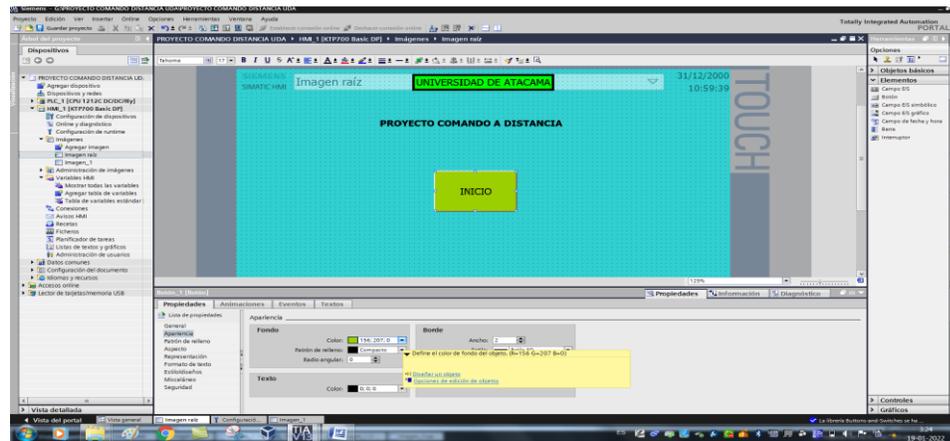


Figura n°42 B: Color al botón de inicio.

A continuación en esta figura n°43 A y en figura n°43 A1, al botón de **INICIO (20)** que está configurado en la **imagen raíz**, se le activa para que, al momento de presionar el **botón de INICIO**, cambie de página o pantalla siguiente, para se debe ir lado inferior en **eventos (21)**, se busca **PULSAR (22)**, acá se le asigna y se busca **activar imagen** y se busca la pantalla de la imagen

siguiente, que esta nombrada como **imagen _1 (23)**, aparece una ventana donde se le agrega la imagen _1, estos 2 ultimos item lo muestra la figura n°44 A2.

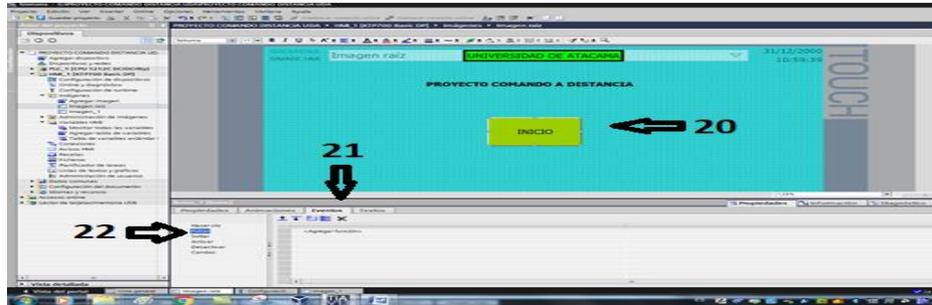


Figura n°43 A: Activar boton de INICIO.

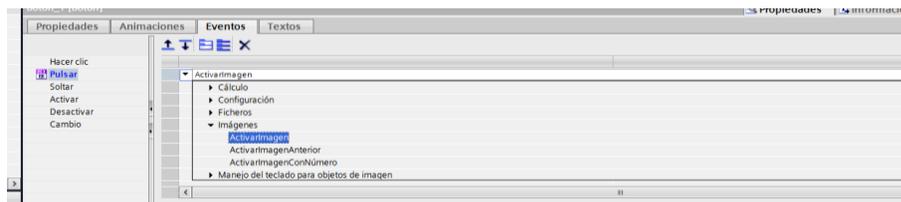


Figura n°43 A1: Muestra barra de eventos, pulsar y activar imagen.



Figura n°43 A2: Activacion pulsar.

Paso n°11: Configuración 2° pantalla de los botones pulsadores

En esta sección es donde se configuran la 2° pantalla del HMI y se agregan los botones pulsadores los cuales dan apertura y cierre táctil, en la segunda pantalla denominada imagen_1, en el árbol del proyecto lado izquierdo de la pantalla, se busca la **imagen_1 (24)**, que es la segunda pantalla a configurar donde se le agregan 2 pulsadores o **2 botones (25)**, que representan los pulsadores de apertura y cierre del interruptor.

Se le agrega 2 botones, desde **objetivos básicos** y **elemento boton (26)** y se arrastran hacia el centro de la pantalla. Como lo muestra la imagen n°44.

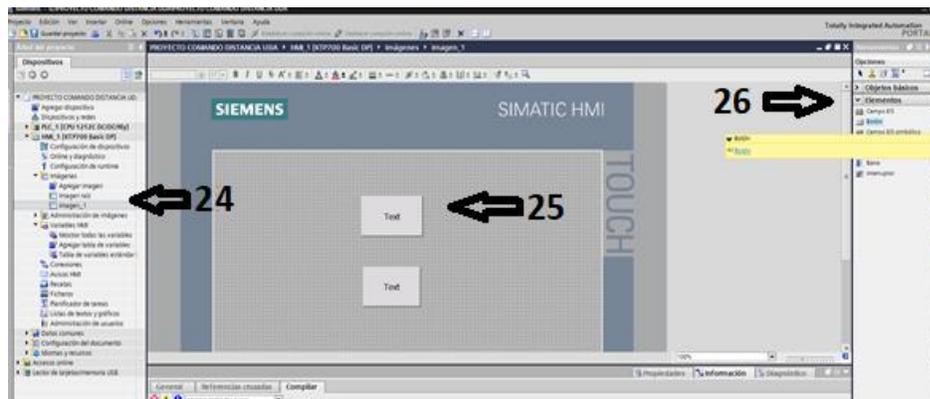


Figura n°44: Incorporación de los 2 botones como pulsadores.

A cada boton cuadrado que aparece en la imagen_1 (2º pantalla), se le asigna un nombre como boton de **apertura (27)** y el otro como boton de **cierre**, para esto se selecciona **propiedades** lado inferior, para cambiar el texto del boton, se abre en **propiedades**, link **general (28)**, **modo texto (29)** y se escribe apertura o cierre, para cambiar el color del boton de apertura en **propiedades (30)**, **apariencia (31)**, se realiza el cambio de color de los botones como lo muestra la figura n°46 A y n°46 B.

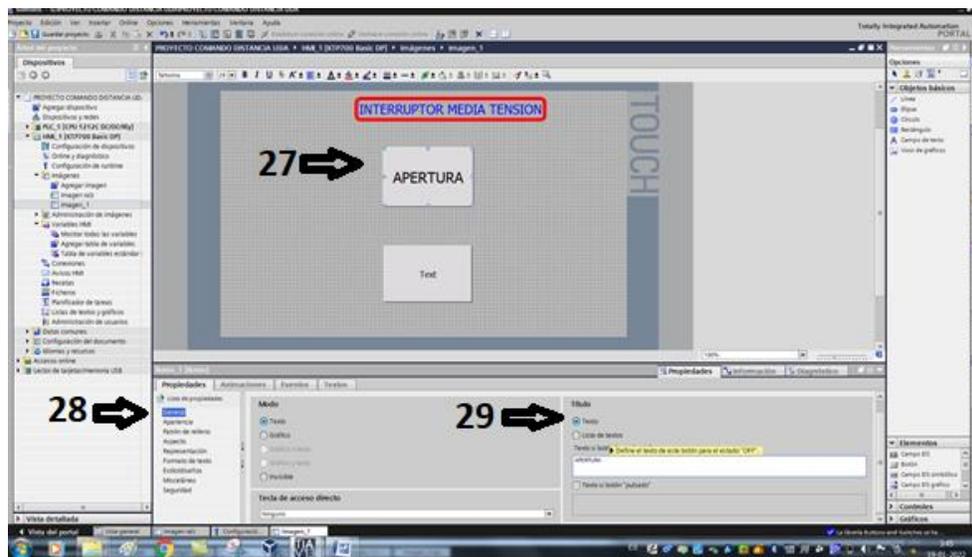


Figura n°46 A: Texto al boton de apertura.

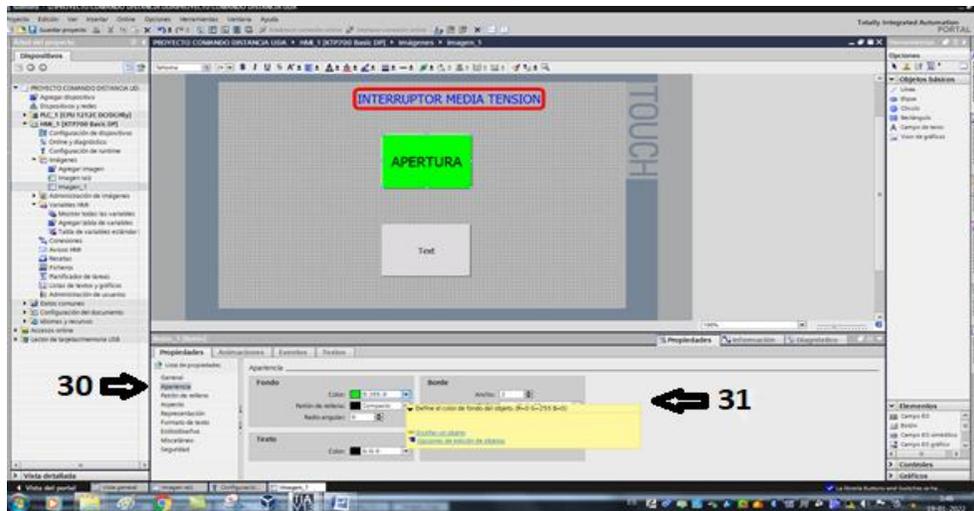


Figura n°46 B: Color al boton apertura.

Para el segundo boton de cierre que se encuentra al centro de la 2ª pantalla a configurar, se realiza la misma configuracion como el boton de apertura, entrando a **propiedades**, link **general**, se cambia el **texto** y en **propiedades**, **apariencia** para cambiar el color del boton de cierre.

Paso n° 12: Activacion del bit para salida PLC.

Una vez terminado la configuracion de los botones pulsadores, en cuanto al texto y color, este paso a seguir es para activar (pulsar) y desactivar (soltar) un bit a los botones, en la cual cada asignacion de pulsar y soltar va asociado a una variables del paso n°4.

Se le asigna al boton de apertura y al boton de cierre, el **evento (32)** lado inferior de la pantalla de **pulsar (33)**, para **activar el bit (34)** de la variable del

PLC, según su segmento (open o close) y el evento **soltar (35)** para **desactivar el bit (36)**. Como lo muestra la figura n°47 A, figura n°47 B y la figura n°47 C.



Figura n°47 A: Al boton se agrega pulsar bit.

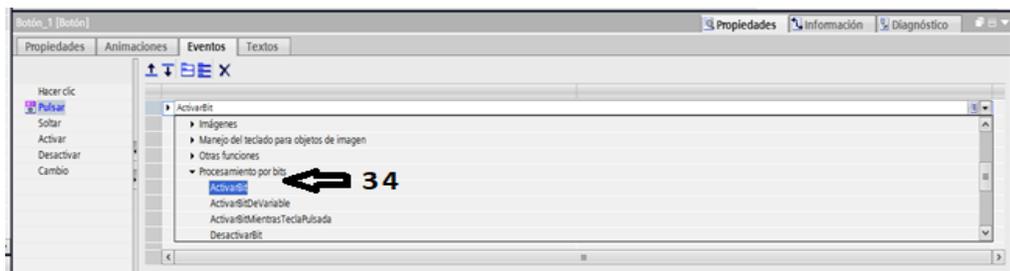


Figura n°47 B: Activación bit

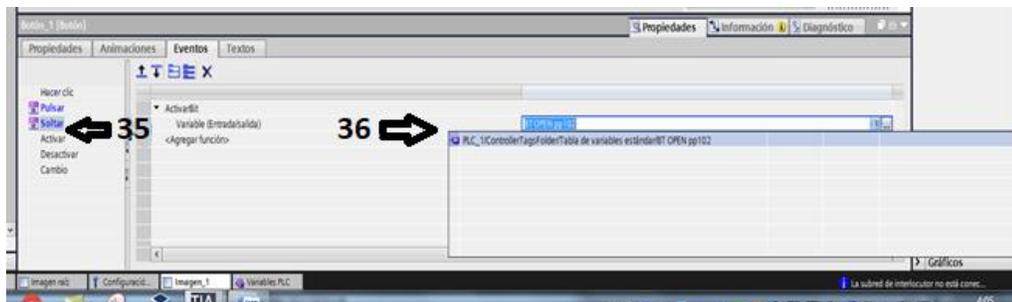


Figura n°47 C: El boton se le agrega soltar bit.

Así el botón de apertura como el de cierre al pulsar en táctil, se activa el bit donde el temporizador entrega 1 segundo para abrir o cerrar a la salida del plc el interruptor de media tensión, actúa porque es alimentado por los 120 volts, asociado al PLC, pero alimentado de forma independientes. El botón de apertura y de cierre al pulsar, se activa el bit y al soltar se desactiva el bit asociado a las variables.

Una vez ya terminado la configuración y diseños de las pantallas e imágenes así se vera en la pantalla real HMI, como lo muestra la figura N°48.

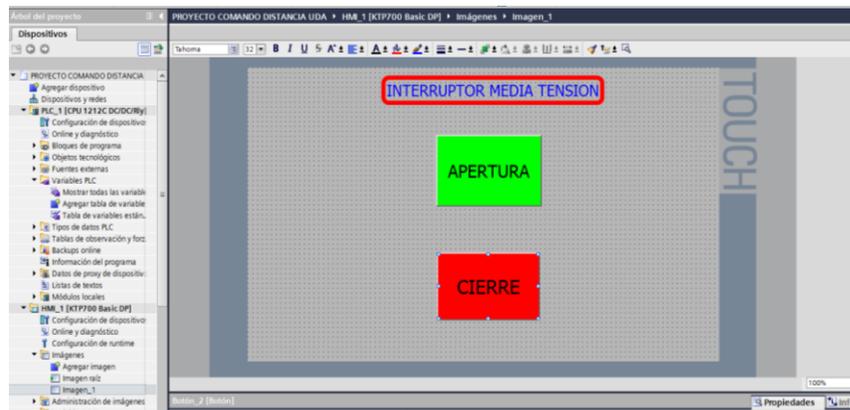


figura n°48: Termino de diseño y configuracion de la imagen_1.

Paso n°13: Compilacion y cargar a dispositivo

A continuacion se realiza la **compilacion** de informacion, que llega al PLC, una vez ya configurado todo el PLC y las imágenes de las pantalla HMI, se busca el icono **compilar**, que aparece en lado superior de la pantalla, como lo muestra la figura n°49 A.

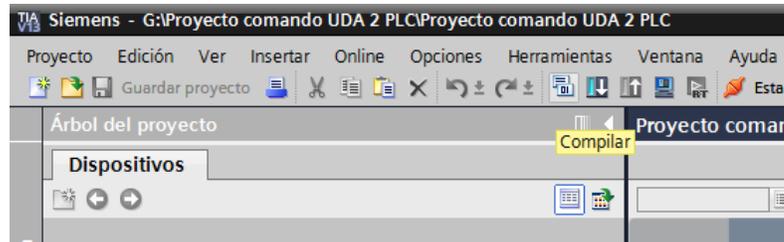


Figura n°49 A: Muestra ubicación del icono compilar.

Una vez ya ejecutado la copilacion y la configuracion, se procede a descargar la informacion y configuracion al dispositivo de la pantalla HMi, para que todas pantallas configuradas, sean transferidas a la pantalla HMI a maniobrar.

Se busca el icono de **cargar en dispositivo**, lado superior de la pantalla como lo muestra la figura n°49 B.

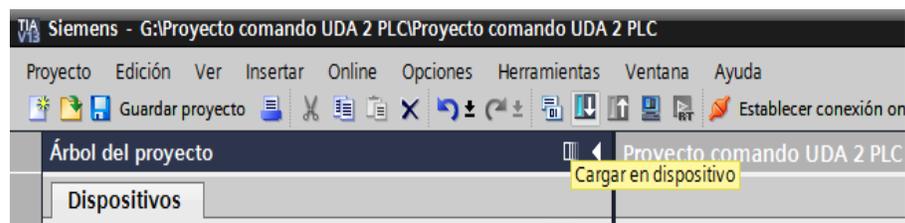


Figura n°49 B: Cargar dispositivo

Una vez presionado el icono **cargar dispositivo**, lado superior de la pantalla, aparece a continuación una ventana donde se le asigna el tipo de conexión o cableado a la tarjeta asociada del PLC, para así, ya tener una interacción entre la pantalla HMI y PLC. Como lo muestra la figura n°50 A y en ultima figura es donde termina la configuración del proyecto como lo muestra la figura n°50 B.

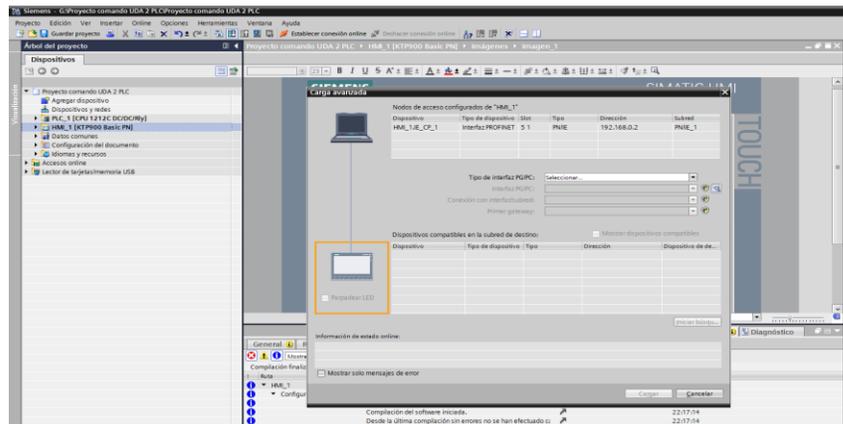


Figura n°50 A: Conexión entre PLC y HMI.

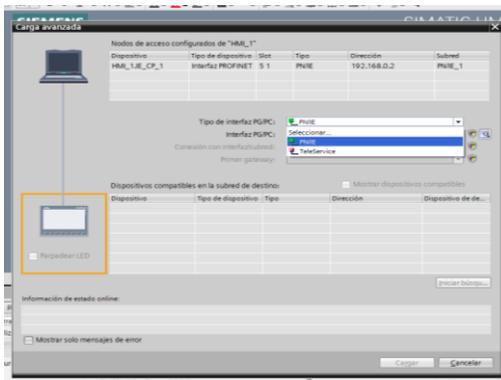


Figura n°50 B: Comunicación definitiva termino del proyecto.

3.4 CONCLUSION DEL PROYECTO

La realización del proyecto comando a distancia es la actualización de un sistema de maniobras de desenergización de equipos más moderno y seguro, donde la utilización de componentes de última generación nos entrega una mayor facilidad y seguridad en el trabajo de la manipulación de equipos eléctricos.

La relevancia de este proyecto es la seguridad ante cualquier apertura y cierre del interruptor, a través de un panel comando a distancia por pantalla HMI. Con solo presionar un botón táctil, se realiza la maniobra de desenergización y energización del interruptor de media tensión.

El resultado de este proyecto:

- Es la mejora de la maniobra de des y energización de equipos eléctricos.
- Seguridad para evitar accidentes eléctricos.
- Ahorro de tiempo de la maniobra, ya que no es necesario la utilización del traje de protección personal arco flash.
- Innovación del dispositivo comparado con lo actual que está discontinuado por la parte eléctrica en nuestras instalaciones.

Este proyecto es pionero en una de las salas eléctricas, ha estado a prueba por más de 2 años y ya está comprobado su eficiencia y calidad del producto del proyecto, por lo cual se está comenzando a implementar estos diseños en otras áreas y en otras salas eléctricas.

El aprendizaje tanto de la configuración como la instalación del dispositivo moderno del PLC y la pantalla HMI, cada vez se implementa más en el área industrial o minera, es por ello que nos entrega un valor agregado ya que nuestro trabajo solo es del tipo mantenimiento de equipos eléctricos y no de configuración.

3.5 BIBLIOGRAFIA

- [Cia.Minera Candelaria,2019] <https://www.guiaminera.cl/compañía-contractual-minera-candelaria/>.
- [Procedimiento interno,2002] Información del procedimiento. "Maniobras en Interruptores de Media Tensión" MCEpr061_2.
- [Emb,2014] Información de la sala eléctrica. <http://www.emb.cl/electroindustria/=concepto-basicos-sobre-las-salas-electricas>.
- [Siemens,2019] Información del interruptor de media tensión. <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:3afd0190-813d-4278-bba2-640c9b1dc3bc/mvc-flyer.pdf>.
- [Siemens,2012] Información de la pantalla HMI https://cache.industry.siemens.com/dl/files/678/31032678/att_25341/v1/hmi_basic_panels_operating_instructions_es-ES_es-ES.pdf. <https://www.autycom.com/hmi-siemens-tipos-de-paneles-de-operador-simatic/>.
- [Siemens,2021] Información de profinet <https://support.industry.siemens.com>.

PROFINET con STEP 7 - Siemens Industry Online Support.

- [Siemens,2018] Información del PLC

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

https://es.wikipedia.org/wiki/Controlador_l%C3%B3gico_programable.

- [Siemens,2019] Información del TIA Portal

https://cache.industry.siemens.com/dl/files/542/40263542/att_829830/v1/GS_STEP7Bas105esES.pdf.

https://relepro.com/blog/11_AUTOMATIZACION-SIEMENS-MANUALES-DE-SISTEMA.

