



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

NOMBRE DEL PROYECTO

PUESTA EN RED DE PLC Y CREACIÓN DE HMI Y SERVIDOR OPC PARA EL
MONITOREO DE CENTRAL DE AIRE ACEITE

OPCIÓN QUE CORRESPONDA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERIA MECATRONICA

PRESENTA:

CESAR MONTIEL DIAZ

NOMBRE DEL ASESOR:

MTRO. EFRÉN SÁNCHEZ FLORES

APIZACO, TLAX., FEBRERO 2026



Tzompantepec, Tlaxcala, 04/febrero/2026

Oficio No. MM-139/2026

Asunto: Liberación de Proyecto para Titulación Integral.

LIC. CECILIA YARELLY ARREGUIN LARA
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
P R E S E N T E

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para Titulación integral:

Alumno (a):	CESAR MONTIEL DÍAZ
Carrera:	INGENIERÍA MECATRÓNICA
No. De Control:	15370889
Nombre del Proyecto:	"PUESTA EN RED DE PLC Y CREACIÓN DE HMI Y SERVIDOR OPC PARA EL MONITOREO DE CENTRAL DE AIRE ACEITE".
Producto:	TITULACIÓN INTEGRAL, PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®

MTRO. JORGE AGUILAR VÁZQUEZ
JEFE DEL DEPTO. DE METAL-MECÁNICA



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
**DEPARTAMENTO DE
METAL MECÁNICA**

MTRO. EFREN SÁNCHEZ FLORES
ASESOR

c.p.- Archivo.
JAV*petry.



2026
año de
**Margarita
Maza**





Tzompantepec, Tlaxcala, **13/Marzo/2026**

CESAR MONTIEL DÍAZ
EGRESADO(A) DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA
CON NÚMERO DE CONTROL 15370889.
P R E S E N T E.

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN** y cuyo tema es: **"PUESTA EN RED DE PLC Y CREACIÓN DE HMI Y SERVIDOR OPC PARA EL MONITOREO DE CENTRAL DE AIRE ACEITE"**, conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga la:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Debiendo entregar **1 USB** del mismo, apropiadamente empastados, a la brevedad, para presentar su Acto de Recepción Profesional.

Sin otro particular por el momento me despido.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®


CECILIA YARELY ARREGUÍN
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES



ccp. Archivo
CYAL/Gvm*



AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer en primer lugar a mis padres: José Francisco Montiel Vázquez y Edith Diaz Bernal por haberse esforzado en mí y en brindarme la oportunidad de estudiar lo que me gusta y me hace feliz y de esta manera poder contribuir a la sociedad de manera profesional.

A Simec International por haberme abierto las puertas de la empresa y darme la confianza de poder laborar en la misma y en ayudar a mi crecimiento profesional.

También quiero agradecer a mi asesor, el ingeniero Alberto Hernández, por haberme brindado su apoyo, confianza y conocimiento durante el proyecto, ya que gracias a ello me siento mucho más preparado para los retos profesionales que se lleguen a presentar en un futuro.

RESUMEN

Debido a que la empresa Simec Internacional es una empresa dedicada a la creación de barras y alambión de acero especial, es necesario que los equipos se encuentren en buen estado y trabajando con las condiciones óptimas para que el proceso sea de la más alta calidad, debido a esto, el personal operativo debe ser capaz de identificar cuando una maquina no está trabajando de manera correcta y también saber diagnosticar cual es la falla en cuestión para poder comunicar a personal de mantenimiento y estos resuelvan de una manera más rápida y eficiente.

En este proyecto se expone la creación de una HMI (interfaz humano-maquina) para el monitoreo de una central aire-aceite del estante acabador DSD, el cual los operadores no tienen manera de saber su estado operativo más allá del poder encender y apagarla. Con esta HMI, los operadores serán capaces de operar la central en modo remoto o local, así como ver el estado de las bombas de aceite, presión de aire y el ciclo de lubricación para los estantes.

DEFINICIONES

Pulpito: Es un cuarto en alto donde se tiene control del equipo laminador.

FC: Función dentro del PLC.

DBxx.DBXzz: Bit de dato dentro del bloque de datos (espacio de memoria).

Maquina virtual: Computadora virtual (no física) que corre dentro de un servidor.

INTRODUCCION

Debido a las crecientes necesidades de la industria en cuanto a control y monitoreo, se ha acelerado el desarrollo de tecnologías que cumplan estas demandas, surgiendo así la llamada industria 4.0.

Gracias al surgimiento de tecnologías emergentes como el IoT (*Internet of Things*) o la integración de sensores e interconexión de dispositivos, se ha logrado un cambio masivo en la industria gracias a procesos automatizados y herramientas que permiten la interpretación amigable de diversos dispositivos de campo.

En la empresa ACEROS ESPECIALES SIMEC TLAXCALA SA. SV. Cuenta con un tren laminador de barra y rollo de alambρόn de aceros especiales, el cual necesita de una precisión alta en cuanto a rangos de medida final, esta exactitud en cuando a rangos de medida son gracias a las capacidades del personal operativo y al estado de la maquinaria utilizada para que estas funciones de la manera más optima posible. El equipo acabador, que es el estante que ya deja en medida y forma el material final, es el estante DSD, el cual requiere una correcta lubricación en sus flechas para que este pueda girar sin problema, evitando que los rodillos se amarren y afecten el resultado final del material, así como para evitar atorones en la línea. Para ello es necesario tener las herramientas necesarias para su constante monitoreo.

En este proyecto nos centraremos en una de esas herramientas que facilitan la lectura de dispositivos e interpretación de estados el cual será aplicado a la central de aire-aceite del estante acabador DSD. Esta herramienta es la denominada HMI (*Interfaz Humano-Maquina*) la cual facilitara el diagnóstico del equipo, así como saber más rápidamente, en caso de fallo en la central, cual es el problema en cuestión

Índice

AGRADECIMIENTOS	2
RESUMEN	3
DEFINICIONES	4
INTRODUCCION	5
CAPITULO I. Datos generales	12
1.1- AREA DONDE SE DESARROLLARÁ EL PROYECTO	13
1.2- JUSTIFICACION	13
1.3- OBJETIVO GENERAL	14
1.4- Objetivos específicos	14
1.5- ALCANCE	14
1.6- DELIMITACION	14
CAPITULO II. Datos generales de la empresa	15
2.1- INFORMACION SOBRE LA EMPRESA	16
2.2- MISIÓN	18
2.3- VISIÓN	18
2.4- VALORES	18
2.5- UBICACIÓN	18
2.6- DIRECCION Y CONTACTO	18
2.7- GIRO	18
CAPITULO III. Marco teórico	19
3.1- PLC	20
3.2- HMI	21
3.3- Red industrial	21
3.4- PROFINET	21
3.5- Topología en anillo	22
3.6- SIMATIC Step 7	22
3.7- Tipos de datos en PLC	22
3.8- KEPServerEX	24
3.9- Wonderware Intouch	24
3.10- Servidor OPC	25
3.11- TIA PORTAL	25
3.12- Conexión a escritorio remoto de Windows	26

3.13- Laminación	26
3.14- DSD	26
3.15- Ubicación de PLCs y nomenclatura	27
CAPITULO IV. Desarrollo	29
4.1- Central aire-aceite. Funcionamiento, ubicación y modo de trabajo	30
4.1.1- Ubicación	30
4.1.2- Funcionamiento	31
4.1.3- Uso de los datos y como son presentados al operador	32
4.2- Comunicación actual del PLC y cambio a red industrial.....	33
4.2.1- Comunicación actual del PLC	33
4.3- Cambio de IP de PLC1200 y HMI en TIA PORTAL, PLC de A/O del DSD.	36
4.4- Elección de máquina virtual a utilizar y creación de servidor OPC con KEPServerEX	46
4.4.1- Máquina virtual a utilizar	46
4.4.2- Creación del servidor OPC con KEPServerEx	48
4.4.3- Dada de alta de variables a utilizar.....	58
4.4.4- Creación de “Alias”.....	66
4.5- Creación de HMI y comunicación con el servidor OPC.	69
4.5.1- Creación del proyecto HMI	69
4.5.2- Comunicación con el OPC Server.....	71
4.5.3- Diseño de HMI	74
4.5.4- Añadido de tiempo restante antes de detener laminar en caso de falla de la unidad	89
CAPITULO V. Resultados y conclusión.....	93
5.1- Resultados de la capacitación de operadores.....	94
5.2- Conclusión.....	95
BIBLIOGRAFIA	96

Índice de imágenes

Imagen 1. Línea de tiempo SIMEC	16
Imagen 2. Tipos de PLCs	20
Imagen 3. Topología anillo.....	22
Imagen 4. Lenguajes en PLC.....	22
Imagen 5. Tipos de datos en PLC	23
Imagen 6. Declaración de dato incorrecto	23
Imagen 7. Tipo de dato a utilizar	24
Imagen 8. Estante DSD	27
Imagen 9. Distribución de cabinas eléctricas	27
Imagen 10. Central aire-aceite	30
Imagen 11. Tablero de central AO	31
Imagen 12. HMI local de central AO	31
Imagen 13. Sensor de presión	32
Imagen 14. HMI de intermedio.....	33
Imagen 15. Bloques en step7 de central AO.....	33
Imagen 16. Estado de encendido.....	34
Imagen 17. Entrada que da el encendido.....	34
Imagen 18. IP de PLC en TIA PORTAL.....	35
Imagen 19. IP de HMI en TIA PORTAL.....	36
Imagen 20. Comprobación de IPs en CMD	37
Imagen 21. Cambio de IP de PLC	38
Imagen 22. Compilación del proyecto.....	39
Imagen 23. Carga del proyecto	40
Imagen 24. Búsqueda del PLC	40
Imagen 25. Carga al PLC	41
Imagen 26. PLC en línea con la nueva IP.....	42
Imagen 27. Comprobación de 2da IP a utilizar	42
Imagen 28. Cambio de IP de HMI	43
Imagen 29. Compilación de proyecto HMI	44
Imagen 30. Búsqueda de HMI y carga de nueva IP	45
Imagen 31. Comprobación de IPs en CMD	46
Imagen 32. Máquina virtual libre.....	47
Imagen 33. Conexión remota a Máquina virtual	47
Imagen 34. Máquina IBA-SERVER	48
Imagen 35. Interfaz KEPServerEX.....	49
Imagen 36. Añadir canal	49
Imagen 37. Tipo de canal	50

Imagen 38. Nombre del canal.....	50
Imagen 39. Interfaz de red a utilizar	51
Imagen 40. Obtención de datos.....	51
Imagen 41. Visualización de datos no presentes.....	52
Imagen 42. Finalización de canal añadido	52
Imagen 43. Agregar dispositivo.....	53
Imagen 44. Nombre del dispositivo.....	53
Imagen 45. Tipo de PLC	54
Imagen 46. IP del PLC	54
Imagen 47. Tiempo de escaneo	55
Imagen 48. Tiempos auxiliares	55
Imagen 49. Des habilitación automática de dispositivos	56
Imagen 50. Generación automática de tags.....	56
Imagen 51. Numero de puerto TCP/IP	57
Imagen 52. Ubicación de PLC en bastidor	57
Imagen 53. Finalización de dispositivo	58
Imagen 54. Vista final al agregar dispositivo	58
Imagen 55. Dato a rastrear	60
Imagen 56. Referencias cruzadas	61
Imagen 57. Bit de escritura.....	61
Imagen 58. Agregar tag	62
Imagen 59. Datos del tag.....	62
Imagen 60. Rastreo desde el bloc de datos (DB)	63
Imagen 61. Rastreo en el Struct del DB	64
Imagen 62. Escritura del BIT	64
Imagen 63. Dato del tipo INT	65
Imagen 64. Tag en tipo INT.....	65
Imagen 65. Variables a utilizar en HMI.....	66
Imagen 66. Ubicación de apartado Alias	66
Imagen 67. Dada de alta de Alias	67
Imagen 68. Mapeo del alias.....	67
Imagen 69. Ubicación del botón para lanzar el servidor.....	68
Imagen 70. Estado de las variables en el servidor	68
Imagen 71. Interfaz Intouch.....	69
Imagen 72. Icono de creación de proyecto	69
Imagen 73. Ubicación de nuevo proyecto.....	70
Imagen 74. Nombre de directorio	70
Imagen 75. Proyecto creado y lanzar editor	71

Imagen 76. Editor de HMI	71
Imagen 77. Ubicación de opción de alias	72
Imagen 78. Añadir el alias	72
Imagen 79. Propiedades del proyecto	73
Imagen 80. Datos del alias en Intouch.....	73
Imagen 81. Creación de ventana	74
Imagen 82. Datos de la ventana.....	74
Imagen 83. Herramienta de recuadro	75
Imagen 84. Colocación del recuadro	75
Imagen 85. Herramienta para imágenes	76
Imagen 86. Colocación del recuadro de imagen	76
Imagen 87. Importar imagen	76
Imagen 88. Imagen importada	77
Imagen 89. Colocación de texto	77
Imagen 90. Herramienta Wizard	77
Imagen 91. Tipo de indicadores	78
Imagen 92. Indicador colocado	78
Imagen 93. Propiedades del indicador	79
Imagen 94. Definición de tag	79
Imagen 95. Propiedades del tag.....	79
Imagen 96. Primeros indicadores colocados	80
Imagen 97. Vista preliminar del HMI	80
Imagen 98. Tipos de botones.....	81
Imagen 99. Propiedades de botón	81
Imagen 100. Botón activado en HMI.....	82
Imagen 101. Botón desactivado en HMI	82
Imagen 102. Introducción de más botones.....	82
Imagen 103. Mayoría de señales a utilizar	83
Imagen 104. Symbol factory	83
Imagen 105. Propiedades del recuadro	84
Imagen 106. Propiedades tipo Fill	84
Imagen 107. Representación de central en HMI	85
Imagen 108. Icono de alarmas	86
Imagen 109. Propiedades de alarma.....	86
Imagen 110. Declaración de la forma en que aparecerá alarma	87
Imagen 111. Botón para el reset de alarmas	87
Imagen 112. Propiedades del botón.....	88
Imagen 113. Propiedad de botón de reset de bombas	88

Imagen 114. Propiedad para aparecer botón de reset de bombas	88
Imagen 115. Diseño de HMI casi completa.....	89
Imagen 116. FC de estados en PLC_E25.....	90
Imagen 117. Modificación de tiempo	90
Imagen 118. Uso de los bits para evitar el paro del laminador	91
Imagen 119. Insertar PLC_E25 en KEPServerEX	91
Imagen 120. Forma de declarar el tiempo restante para el paro del laminador	92
Imagen 121. Interfaz final de HMI.....	92
Imagen 122. HMI en pulpito principal y en funcionamiento.....	94

CAPITULO I.

Datos generales

1.1- AREA DONDE SE DESARROLLARÁ EL PROYECTO

El presente proyecto se desarrollará en el departamento de Automatización en la empresa SIMEC INTERNATIONAL S.A de C.V.

El departamento de automatización tiene como actividades el rastreo de fallas, la realización de mejoras, modificaciones del programa PLC y liderazgo de proyectos para cubrir las necesidades de operación y poder mejorar el proceso.

1.2- JUSTIFICACION

La industria metalúrgica se caracteriza por procesos altamente demandantes, donde la precisión, la seguridad y la eficiencia operativa son factores clave para la competitividad. En este contexto, la implementación de una Interfaz Hombre-Máquina (HMI) representa una herramienta fundamental para optimizar el control y supervisión de los sistemas automatizados involucrados en la transformación y tratamiento de metales.

El uso de esta HMI puede asegurar los siguientes puntos:

- **Optimización del Monitoreo de Procesos Críticos:** Procesos como el laminado requieren un control riguroso de variables como temperatura, presión, estado de maquinaria y su correcta ejecución. El HMI permitirá visualizar estas variables en tiempo real, facilitando ajustes inmediatos para mantener los parámetros dentro de los rangos operativos óptimos.
- **Reducción de Errores Humanos y Mejora de la Productividad:** Mediante una interfaz intuitiva y visualmente clara, los operadores podrán interactuar con el sistema de forma más eficiente y segura, reduciendo tiempos de parada no programada y evitando errores operativos que pueden afectar la calidad del producto final.
- **Incremento en la Seguridad Industrial:** Dado que muchas operaciones en la metalurgia involucran altas temperaturas, maquinaria pesada y materiales peligrosos, el HMI proporcionará alertas visuales en tiempo real ante cualquier condición de riesgo, permitiendo una rápida intervención y previniendo accidentes.

La creación e implementación de un HMI representa una inversión estratégica orientada a mejorar la eficiencia operativa, reducir riesgos laborales, elevar la calidad del producto y asegurar la trazabilidad de los procesos, factores que son críticos para sostener la competitividad en un entorno industrial cada vez más exigente.

1.3- OBJETIVO GENERAL

Desarrollar e implementar una Interfaz Hombre-Máquina (HMI) para el monitoreo y control en tiempo real de la central aire-aceite del acabador DSD con el fin de mejorar la eficiencia operativa, garantizar la seguridad del personal y de la maquinaria, así como asegurar la calidad del producto final.

1.4- Objetivos específicos

1. **Diseñar una interfaz gráfica intuitiva y personalizada**, adaptada al monitoreo de una central de aire-aceite del acabador DSD que permita una visualización clara y precisa del estado de la misma.
2. **Integrar el HMI y su PLC a la red industrial** para facilitar la toma de datos de la central aire-aceite.
3. **Implementar un sistema de alarmas y notificaciones visuales**, que advierta a los operadores sobre fallos del sistema o eventos críticos que requieran intervención inmediata.
4. **Capacitar al personal operativo y de mantenimiento** en el uso del nuevo sistema HMI, asegurando una correcta interpretación de la información visualizada y una respuesta adecuada ante situaciones críticas.
5. **Realizar un servidor OPC** con el cual se podrán comunicar PLC y HMI de forma rápida y segura.

1.5- ALCANCE

El presente proyecto está pensado y dirigido para el personal operativo del pulpito principal, para que estos tengan un mejor control del estado del acabador DSD y puedan así evitar paros largos de producción por no saber qué es lo que le fallo a la máquina.

1.6- DELIMITACION

Implementación de HMI en pulpito principal, así como la capacitación de operadores al para la fácil interpretación del HMI.

CAPITULO II.

Datos generales de la empresa

2.1- INFORMACION SOBRE LA EMPRESA

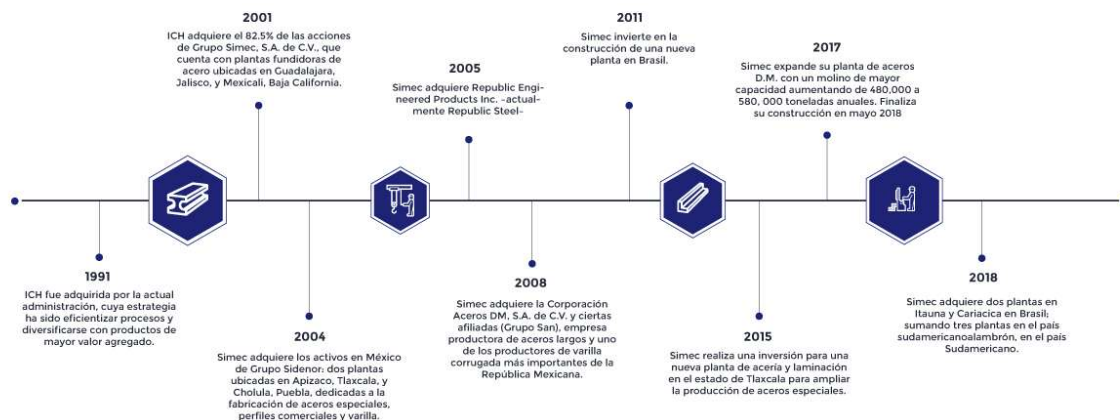


Imagen 1. Línea de tiempo SIMEC

A lo largo de más de 70 años, Industrias CH, S.A.B. de C.V. (o ICH) ha desempeñado un papel clave en el proceso de industrialización del país. ICH es una empresa mexicana productora y procesadora de acero con un crecimiento constante en los últimos años. Actualmente es la principal productora de aceros especiales en Norteamérica, y de perfiles comerciales y perfiles estructurales en México.

Fue fundada en 1934 con la denominación de Herramientas, S.A. y se dedicaba principalmente a la producción de herramientas de mano, construcción y agrícolas. A principios de los años 60, como parte de una integración vertical, inició la manufactura de aceros especiales, además de diversificarse con la fabricación de estructuras metálicas, grúas viajeras, pailería y construcción de barcos, entre las más importantes.

En 1991, ICH fue adquirida por la actual administración, cuya estrategia ha sido eficientizar procesos y diversificarse con productos de mayor valor agregado, a través de la adquisición de empresas de la industria del acero dentro y fuera de México.

En 2001 ICH adquiere el 82.5% de las acciones de Grupo Simec, S.A. de C.V., que cuenta con plantas fundidoras de acero ubicadas en Guadalajara, Jalisco, y Mexicali, Baja California, ambas dedicadas a fabricar perfiles estructurales, aceros especiales, perfiles comerciales y varilla. Simec (ahora S.A.B. de C.V.) es la principal subsidiaria de ICH y representó el 91% de las ventas netas del grupo en 2010.

En 2004, Simec adquiere los activos en México de Grupo Sidenor: dos plantas ubicadas en Apizaco, Tlaxcala, y Cholula, Puebla, dedicadas a la fabricación de

aceros especiales, perfiles comerciales y varilla. Con esta operación, se incrementaron en forma significativa la capacidad instalada y las ventas, y consolidó su posición líder como fabricante de aceros especiales en México.

En 2005, Simec adquiere Republic Engineered Products Inc. –actualmente Republic Steel–, empresa líder en el mercado de aceros especiales de Estados Unidos y propietaria de siete plantas en EUA ubicadas en Canton, Solon, Lorain y Massillon en Ohio; Lackawanna, Nueva York; Gary, Indiana, y una planta más en Canadá, localizada en Hamilton, Ontario.

En 2006, Simec se establece como el principal productor de aceros especiales en el continente americano, gracias a la consolidación de los resultados de Republic Steel.

En 2008, Simec adquiere la Corporación Aceros DM, S.A. de C.V. y ciertas afiliadas (Grupo San), empresa productora de aceros largos y uno de los productores de varilla corrugada más importantes de la República Mexicana, ubicado en San Luis Potosí. Con ello, ICH y Simec se posicionan como el segundo productor de varilla dentro del país y como el principal productor mexicano de acero.

En 2011, Simec invierte en la construcción de una nueva planta en Brasil; convirtiéndose en la primera empresa mexicana con presencia en dicho país sudamericano. La acería y laminación comenzaron producción en 2015.

En 2012, Simec completa un programa de inversiones en su planta ubicada en San Luis Potosí, S.L.P., México, que le permite alcanzar una capacidad de 1 millón de toneladas de billet y palanquilla de acero para producir varilla, alambrón, alambre y derivados.

En 2015, Simec realiza una inversión para una nueva planta de acería y laminación en el estado de Tlaxcala para ampliar la producción de aceros especiales con nuevas dimensiones. La planta inicia operaciones en junio 2018.

En 2017, Simec expande su planta de aceros D.M. con un molino de mayor capacidad aumentando de 480,000 a 580, 000 toneladas anuales. Adicional realizó una inversión para construir una nueva planta de alambrón de alto y bajo carbón con capacidad instalada de 12 mil toneladas mensuales. Finaliza su construcción en mayo 2018.

En 2018, Simec adquiere dos plantas en Itauna y Cariacica en Brasil; sumando tres plantas en el país sudamericano y aumentando de 530,000 toneladas a 1,100,000 toneladas anuales; convirtiéndose en el 3er mayor productor de productos de acero largos y alambrón, en el país Sudamericano.

2.2- MISIÓN

Satisfacer en forma rentable, confiable y permanente, las necesidades de productos de aceros largos, tomando ventaja de nuestra localización geográfica y aprovechando las oportunidades que presenta el sector.

2.3- VISIÓN

Ser la compañía líder en la fabricación y ventas de productos siderúrgicos en América y una referencia del mercado a nivel global.

2.4- VALORES

- Esfuerzo
- Orden
- Honestidad
- Austeridad

2.5- UBICACIÓN

Apizaco, Tlaxcala

Planta de Grupo Simec (principal subsidiaria de ICH), dedicada a la fabricación de aceros especiales, varilla y perfiles comerciales. Esta planta cuenta con hornos de fundición y trenes de laminación para barras. Fabrica barra redonda laminada en caliente, hexágono laminado en caliente, barra cuadrada laminada en caliente, solera muelle, redondo comercial, solera comercial y rollo. Capacidad instalada de producción: 500,000 toneladas de acero líquido y 450,000 toneladas de laminación.

2.6- DIRECCION Y CONTACTO

Carretera-Federal-México-Texcoco-Veracruz-km_123,

Col.San_Cosme_Xalostoc,

C.P._90460,

Apizaco Tlaxcala.

Tel.018006678219,

2.7- GIRO

metalúrgico

CAPITULO III.

Marco teórico

3.1- PLC

El PLC (Control Lógico Programable) es un equipo comúnmente utilizado por aquellas industrias que buscan dar un salto significativo en la automatización de todos sus procesos. El PLC es una computadora industrial que usa la ingeniería para la automatización de procesos y tiene como finalidad, que las máquinas desarrollen efectivamente todos los sistemas que la componen. Gracias a estas bondades los PLC se han convertido en una herramienta fundamental para el desarrollo tecnológico de las industrias y todo el entorno social.



Imagen 2. Tipos de PLCs

El funcionamiento de un PLC se divide en tres etapas: entradas, ejecución del programa y salidas. Los PLC capturan datos de la planta mediante el monitoreo de entradas de cualquier máquina o dispositivo conectado. Estas entradas se comparan con la lógica del programa, que cambia las salidas a cualquier dispositivo de salida conectado. Es posible tener la misma máquina conectada a entradas y salidas en el mismo PLC, como un sensor de posición de válvula conectado a las entradas con el control de esa posición de válvula conectado a las salidas. Un programa podría leer la posición actual de esa válvula, verificar si necesita moverse y luego mover la posición de la válvula con la salida.

Los PLC a menudo distinguen entre E/S digitales (o discretas) y analógicas. La E/S digital actúa como un interruptor de luz estándar donde el estado está encendido o apagado, sin estados intermedios. La E/S analógica actúa como un interruptor de atenuación, donde el estado puede estar entre encendido y apagado.

Es fácil pensar que hay dos fuentes de datos de entrada para los PLC: datos de entrada del dispositivo, generados automáticamente por una máquina o sensor, o datos de entrada del usuario, generados por un operador humano utilizando un sistema HMI o SCADA.

3.2- HMI

HMI son las siglas de human-machine interface y se refieren a un panel que permite a un usuario comunicarse con una máquina, software o sistema. Técnicamente, se puede referir a cualquier pantalla que se use para interactuar con un equipo, pero se utiliza normalmente para las de entornos industriales. Las HMI muestran datos en tiempo real y permiten al usuario controlar las máquinas con una interfaz gráfica de usuario.

3.3- Red industrial

Las redes industriales son estructuras de comunicación automatizada que gestionan procesos industriales que involucran actuadores, computadoras, máquinas, sensores, interfaces, radios de comunicación, fibra óptica, redes inalámbricas industriales y robots.

Transmiten y comparten datos entre sí, garantizando un funcionamiento eficiente de los procesos productivos. Cada empresa y fábrica tendrá su configuración de red industrial de acuerdo a sus necesidades. Las principales tecnologías son:

- PROFINET
- SensorBus
- DeviceBus
- FieldBus
- PROFIBUS
- EtherNet/IP
- DeviceNet
- CANopen
- EtherCAT
- Modbus
- ASI interface
- ControlNet

3.4- PROFINET

PROFINET es una solución de Ethernet Industrial abierta basada en estándares internacionales. Es un protocolo de comunicación desarrollado para intercambiar datos entre controladores y dispositivos en un sector automatizado. Se introdujo a principios de los años 2000 y es la solución de Ethernet Industrial más utilizada.

3.5- Topología en anillo

La topología en anillo es un tipo de configuración de red en la que los dispositivos están conectados de forma circular, formando un bucle cerrado. En esta configuración, cada dispositivo está conectado exactamente a otros dos dispositivos, creando una vía continua para la transmisión de datos. Esto significa que los datos viajan en una sola dirección alrededor del anillo, pasando por cada dispositivo hasta llegar a su destino.

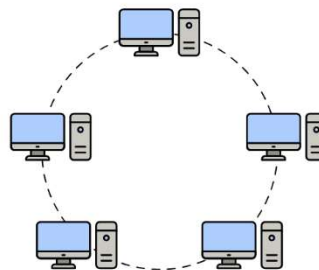


Imagen 3. Topología anillo

3.6- SIMATIC Step 7

STEP 7 es el software estándar para configurar y programar los sistemas de automatización SIMATIC. STEP 7 forma parte del software industrial SIMATIC. STEP 7 (o S7) es un software de ingeniería de Siemens utilizado para configurar y programar los sistemas de automatización SIMATIC S7, que son controladores lógico-programables (PLC) y otros dispositivos de control. Permite a los ingenieros definir el comportamiento de los equipos industriales mediante lenguajes de programación como el Ladder (KOP), el diagrama de bloques de funciones (FUP) o el lenguaje estructurado de texto (AWL).

Esquema Eléctrico	STL/AWL	FBD/FUP	LAD/KOP
	<pre> A I 0.0 ANI 0.1 = Q 4.5 </pre>		

Imagen 4. Lenguajes en PLC

3.7- Tipos de datos en PLC

Trabajando en programación siempre utilizamos variables de distintos tipos. Según el proceso que estamos ejecutando, podemos utilizar un contacto abierto o cerrado, con lo cual utilizaremos un tipo Bool. En cambio, en otras ocasiones podemos necesitar realizar una operación matemática y guardar el resultado en una variable de tipo Real.

En primer lugar, mostramos una tabla con los tipos de datos simples a utilizar en cualquier proyecto y su descripción técnica. Por consiguiente, con esta tabla se da a entender el tamaño de cada tipo de dato y el rango de valores que utiliza. De esta manera, a la hora de hacer operaciones matemáticas, por ejemplo, se debe seleccionar unos tipos de datos u otros sabiendo que tienen un límite que no se puede superar.

TIPOS DE DATOS SIMPLES	TAMAÑO DEL TIPO DE DATOS	DESCRIPCIÓN	RANGO
BOOL	1 bit	Valor booleano	0 a 1
BYTE	8 bits	Byte sin signo	0 a 255
BYTE	8 bits	Byte con signo (modo SIMATIC sólo para la operación SHRB)	-128 a +127
WORD	16 bits	Entero sin signo	0 a 65.535
INT	16 bits	Entero con signo	-32768 a +32767
DWORD	32 bits	Entero doble sin signo	0 a 4294967295
DINT	32 bits	Entero doble con signo	-2147483648 a +2147483647
REAL	32 bits	Valor de 32 bits en coma flotante (IEEE)	+1,175495E-38 a +3,402823E+38 -1,175495E-38 a -3,402823E+38
STRING	2 a 255 bytes	Literal de constante ASCII almacenado en la memoria de la CPU como byte de longitud de 1 cadena seguido de bytes de datos ASCII	Caracteres ASCII 128 a 255

Imagen 5. Tipos de datos en PLC

Por lo tanto, se puede comprobar que cuando en una función se inserta un tipo de dato que no se corresponde con la estructura de la función, el editor te lo indica sobre el dato mal insertado, subrayado en rojo. Asimismo, en el instante de insertar el dato en la función y ese dato es incorrecto aparece un mensaje de ayuda indicando el error y el tipo de dato que debería introducirse en su lugar.

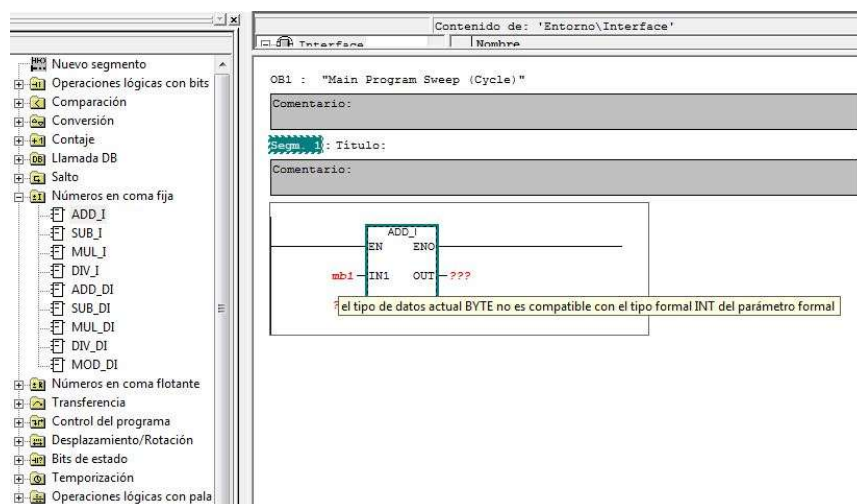


Imagen 6. Declaración de dato incorrecto

Para conocer el tipo de dato exacto que se puede utilizar dentro de una función, en el árbol del proyecto situando el cursor sobre la función en concreto, te indica qué tipos de datos son aceptados.

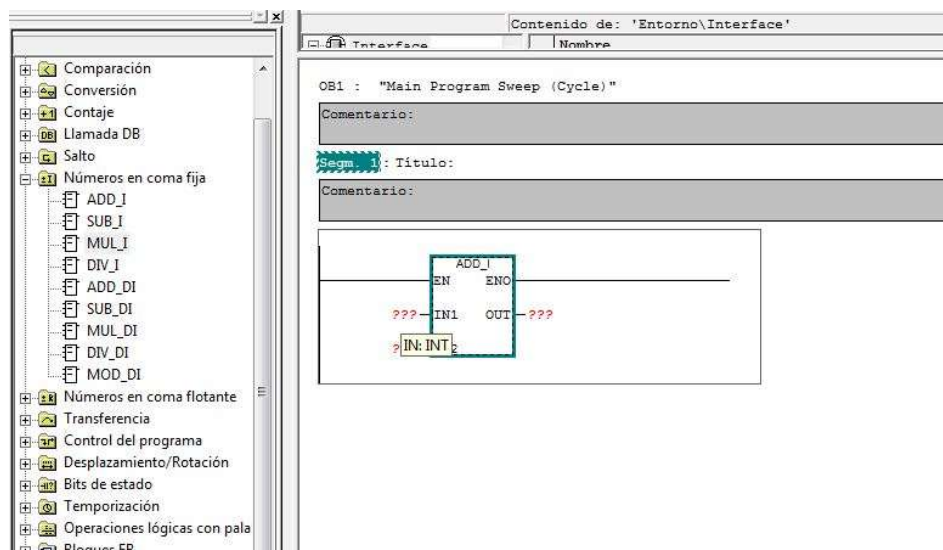


Imagen 7. Tipo de dato a utilizar

3.8- KEPServerEX

KEPServerEX es una solución de conectividad que adquiere cualquier tipo de dato proveniente de un proceso industrial y lo deja disponible en un formato estándar y seguro para cualquier plataforma de supervisión, monitorización, control o análisis de información. Una de las características más apreciadas de KEPServerEX es su escalabilidad. Se puede crear un proyecto para comunicar inicialmente con un único driver y, según van creciendo las necesidades, se pueden ir añadiendo nuevos drivers de comunicación. Todo ello desde un único interfaz común.

3.9- Wonderware Intouch

Wonderware InTouch es un galardonado software de visualización HMI que permite a los clientes alcanzar su búsqueda de la excelencia operativa.

InTouch va más allá de los gráficos simplistas para permitir a los desarrolladores de aplicaciones centrarse en la creación de contenido significativo que impulse la productividad de las operaciones en toda la empresa y el ahorro de costos. InTouch permite a los operadores optimizar sus interacciones humanas rutinarias con sistemas de automatización industrial. Esto resulta en un incremento neto cuantificable en la efectividad del operador. Nuestro enfoque único a través de las bibliotecas de conciencia situacional proporciona información contextualizada que los operadores necesitan para abordar de manera rápida y precisa las situaciones anormales antes de que afecten las operaciones.

Utilizado en más de un tercio de las instalaciones industriales del mundo, en prácticamente todos los países e industrias, el software InTouch HMI continúa entregando valor comercial en simplicidad de ingeniería, agilidad operativa y dominio del rendimiento en tiempo real.

3.10- Servidor OPC

OPC es una tecnología de comunicación con una arquitectura de cliente y servidor. Una aplicación actúa de servidor proporcionando datos y otra actúa como cliente leyéndolos o manipulándolos.

OPC es, con mucha diferencia, la tecnología de comunicación industrial estándar. Ello permite el intercambio de información entre múltiples dispositivos y aplicaciones de control sin restricciones o límites impuestos por los fabricantes. Un servidor OPC puede estar comunicándose continuamente con los PLCs de campo, RTUs, estaciones HMI u otras aplicaciones. Aunque el hardware y el software provengan de diferentes marcas comerciales, el cumplimiento del estándar OPC posibilita la comunicación continua en tiempo real.

3.11- TIA PORTAL

Totally Integrated Automation Portal o TIA Portal es un software de ingeniería realizado por el desarrollador SIEMENS. Este software permite programar, configurar y realizar el diagnóstico de dispositivos como PLCs, DCS, Sistemas SCADA, HMI, Variadores de frecuencia, Servomotores, entre otros.

TIA Portal integra varias aplicaciones como son SIMATIC WINCC, SIMATIC STEP 7 y SINAMICS Startdrive las cuales facilitan el diseño y la puesta en marcha de variedad de sistemas de automatización industrial.

Las principales funciones de TIA Portal son:

- **Programación de Controladores Lógicos Programables (PLCs):** una de las funciones de este software es permitir el desarrollo y depurar programas para los **PLCs S7-1200, S7-300, S7-1500, y S7-400**, empleando lenguajes de programación Grafcet, Ladder y texto estructurado.
- **Configuración de Interface de operador hombre-máquina (HMI):** facilita la creación y la edición de **avisos HMI** para controlar y visualizar los procesos industriales a tiempo real.
- Facilita la **integración de dispositivos:** a través de una única plataforma de programación se pueden integrar dispositivos como servomotores, variadores de frecuencia, módulos de entrada y salida (ET 200).
- **Simplifica el mantenimiento,** permite realizar el **diagnóstico de fallos**, realizar backups de los sistemas de control y configuración de alarmas.

3.12- Conexión a escritorio remoto de Windows

La configuración de escritorio ofrece a una persona la posibilidad de acceder a una red informática sin estar físicamente conectados o incluso cuando están lejos del dispositivo anfitrión. Mediante esta función, la gente puede acceder a archivos, documentos y software desde el escritorio del equipo de forma remota. Aunque se utiliza el término "escritorio", un escritorio remoto puede referirse a un PC, dispositivo inteligente, servidor o aplicación que permita la conexión y el acceso remotos.

Con el aumento del trabajo flexible, un escritorio remoto permite a unos trabajadores cada vez más globales trabajar desde cualquier lugar. Un escritorio remoto puede ayudarte a aumentar la eficiencia, promover la accesibilidad y hacer crecer tu negocio.

3.13- Laminación

El proceso de laminado consiste en ejercer cierta presión para la deformación volumétrica, en donde se busca minimizar el espesor inicial del material trabajado, todo esto por medio de la compresión de dos rodillos sobre el laminado a trabajar.

En dicho proceso conocido como laminación, se modifican las formas comerciales de los perfiles en máquinas que tienen una presión continua. Este tipo de labor permite que salgan productos para el empleo directo de carriles y vigas de acero, mientras que para la producción de otros elementos se necesita de modificaciones adicionales, como es el caso de la chapa o alambre.

3.14- DSD

El DSD (Draw sizing danieli) es un conjunto de molinos que se utiliza para mejorar la calidad de las barras producidas, mejorando de esta manera la tolerancia dimensional final para que esté comprendida dentro de 1/8 DIN EN 10060. La gama de productos laminados con esta máquina va desde el redondo Ø 50.8 mm hasta el Ø152.4 mm. La máquina está compuesta por cuatro módulos acoplados entre ellos:

1. Los primeros dos estantes, cada uno equipado con dos cilindros dispuestos alternativamente en horizontal "H" y vertical "V", están diseñados y estructurados para resistir las cargas elevadas debidas a la reducción de sección de la barra laminada, haciendo que ésta tenga las dimensiones comerciales requeridas.

2. Los dos estantes siguientes, con 4 cilindros cada uno, están dispuestos alternativamente en configuración "+" y "x" a 45°, asegurando de este modo que el material laminado se encuentre dentro de las tolerancias. En función de la posición

de los cilindros, los 4 módulos se llaman respectivamente: 1er estante “H”, 2do estante “V”, 3er estante “+”, 4to estante “x”. (imagen 3. Composición del DSD)



Imagen 8. Estante DSD

3.15- Ubicación de PLCs y nomenclatura

El tren laminador, al ser demasiado grande, este cuenta con diferentes PLCs los cuales se encargan de controlar ciertas partes del proceso, los cuales están distribuidos en diferentes cabinas eléctricas. En la siguiente imagen se muestra la distribución de las cabinas eléctricas.

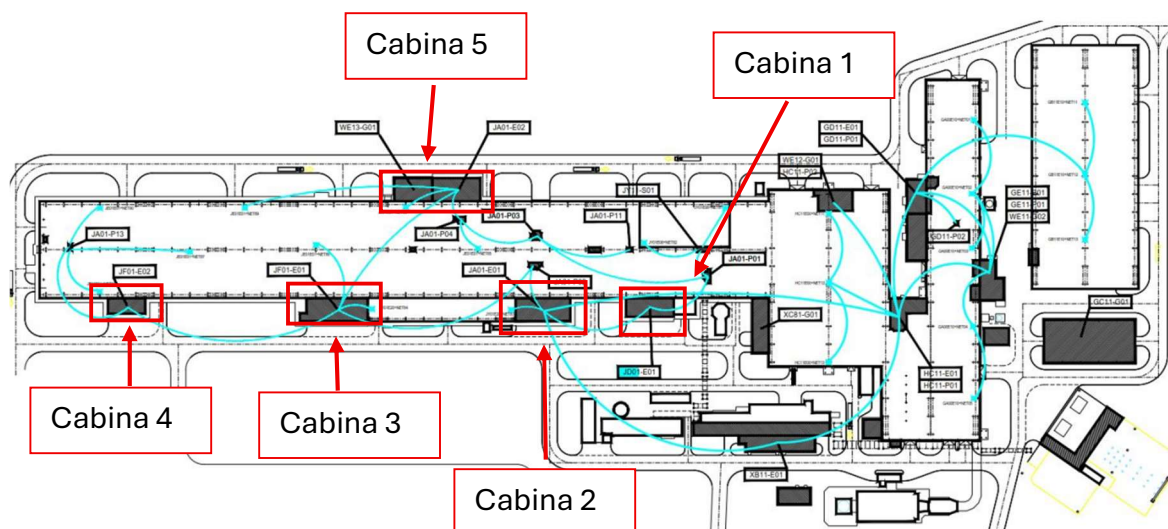


Imagen 9. Distribución de cabinas eléctricas

Entonces los PLCs quedarías distribuidos de la siguiente manera:

- **CABINA 1:** PLC E05 (Horno de recalentamiento), PLC E06_C1 (BDM), PLC E06_C2 (Servicios auxiliares BDM)

- *CABINA 2*: PLC E20 (Laminador intermedio), PLC E25(DSD), PLC E10 (Sistema de motores), PLC E40 (Servicios auxiliares)
- *CABINA 3*: PLC E451_C1 (Área de alambrón), PLC E451_C2 (Servicios auxiliares de alambrón), PLC E452_C1 (Cabezal formador de espiras)
- *CABINA 4*: PLC Sunco (Área de compactadora y carrusel)
- *CABINA 5*: PLC E51_C1 (Área de cama de enfriamiento), PLC E51_C2 (Área de corte en frío), PLC E60_C1 (Área de biselado y líneas de inspección), PLC E60_C2 (Área de flejado)

CAPITULO IV.

Desarrollo

Como primer punto a considerar para el desarrollo del HMI, es el saber cómo es que los datos de la central aire-aceite son procesados de manera “original”, donde se encuentra ubicada y como es el proceso de lubricación de los estantes.

4.1- Central aire-aceite. Funcionamiento, ubicación y modo de trabajo

4.1.1- Ubicación

La central de aire-aceite del DSD se encuentra situada en el sótano del DSD, esta central cuenta con una HMI en el tablero eléctrico que tiene a un costado de la central, del cual los operadores no pueden visualizar cuando se encuentran laminando, ya que la operación se hace desde el pulpito principal, por lo cual el HMI solo es de ayuda cuando se baja directamente al sótano, para lo cual se busca crear otra HMI que sea visible en el pulpito.



Imagen 10. Central aire-aceite



Imagen 11. Tablero de central AO



Imagen 12. HMI local de central AO

4.1.2- Funcionamiento

El funcionamiento de la central aire-aceite es el siguiente:

Para poder encender en primer lugar, la central aire-aceite necesita tener presión de aire en sus tuberías, cuya presión es tomada a través de un sensor de presión digital, el cual llega a una entrada digital del PLC, en el cual con valores de estado booleano (True, 1; False, 0) sabe si se tiene buena presión o no.

Otro punto importante son el nivel de aceite y la temperatura. El nivel de aceite es medido por 4 sensores digitales los cuales nos indican si hay “nivel mínimo-mínimo”, “nivel mínimo”, “nivel alto”, y “nivel alto-alto”. El correcto estado que debería tener es entre “nivel mínimo” y “nivel alto”. En cuanto a temperatura, se tiene 1 sensor con 2 salidas configurables, “Temperatura baja” y “Temperatura alta”, también del tipo digital.



Imagen 13. Sensor de presión

Una vez estando dentro de esos rangos operativos, ya es posible encender la unidad, la cual tiene 2 bombas para suministrar el aceite, el encendido de una u otra depende de las horas de trabajo de cada bomba, la que tenga menos horas es la que encenderá, esto para evitar fatigar una sola bomba. Una vez encendida, el aceite circula hasta 2 gabinetes, cada gabinete suministra a 2 estantes, en los cuales se realiza la combinación del aire y el aceite, juntándolos en una misma línea y pasando por unos dispositivos de monitoreo de flujo, los cuales indican que el aceite circula de manera correcta y donde el flujo se controla por medio de unas válvulas que dejan pasar el aceite por un determinado tiempo y después se cierran para evitar que se vacíe toda la central, ya que este aceite ya no retorna a la misma.

4.1.3- Uso de los datos y como son presentados al operador

El problema con el cómo son manipulados estos datos es que, la mayoría de ellos solo pueden ser monitoreados desde el HMI que se encuentra en el sótano, por lo cual el operador no puede saber cuándo fallo una bomba, o cuando el nivel del tanque está en el mínimo, etc. Los únicos datos que el operador puede saber son si la central se encuentra encendida o apagada, el flujo de los gabinetes, si está activo el sistema de aire (mas no si se tiene aire en la línea) y un estado bastante ambiguo del nivel del tanque (el cual solo menciona si esta ok o no) como se muestra en la siguiente imagen.

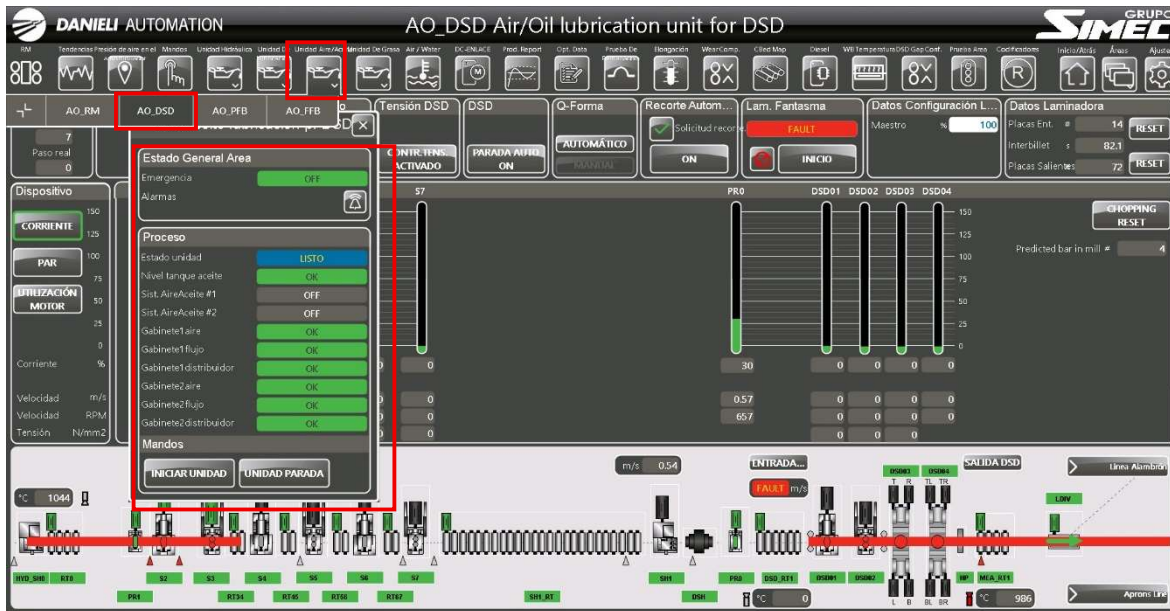


Imagen 14. HMI de intermedio

Teniendo en cuenta esta información. Se revisa el cómo es que estos datos son mostrados en el HMI principal de todo el proceso y porque de inicio, no se colocaron más variables para mostrar.

4.2- Comunicación actual del PLC y cambio a red industrial

4.2.1- Comunicación actual del PLC

Como la central de aire-aceite es parte del DSD, entonces primero se revisó el cómo es que se muestran estos datos dentro de este PLC. Ya que como se vio en la distribución de PLC en las cabinas eléctricas y la ubicación de este PLC con su HMI, el PLC de la central se encuentra apartado de los demás, ya que está en un sótano. Entonces, revisando la programación en Step 7 del programa perteneciente al DSD, el cual es el PLC E25, ubicado en la cabina 2, nos encontramos con los siguientes bloques de función (FC).

FC1750	AO_DSD_MAIN_FC	KOP	#
FC1758	AO_DSD_SIMULATI...	KOP	L
FC1759	AO DSD HMI	KOP	#

Imagen 15. Bloques en step7 de central AO

Abriendo el bloque FC1759, el cual habla sobre lo que se mostrara en el HMI, nos encontramos que, por ejemplo, el bit de estado de encendido viene de la siguiente manera.

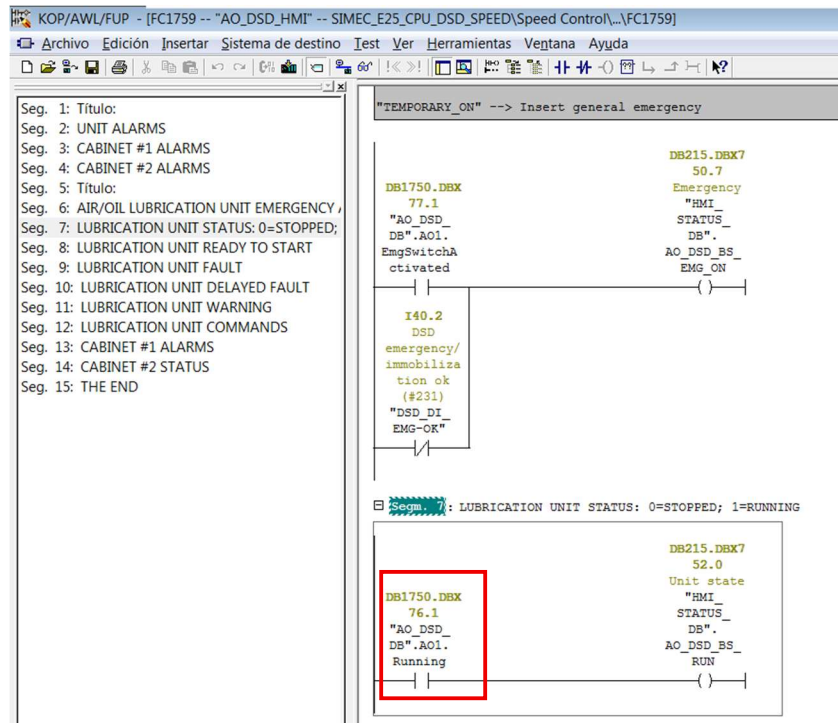


Imagen 16. Estado de encendido

Al rastrear la escritura de la DB1750.DBX76.1, llegamos a que esta se escribe de una entrada digital del PLC, del cual es la siguiente:

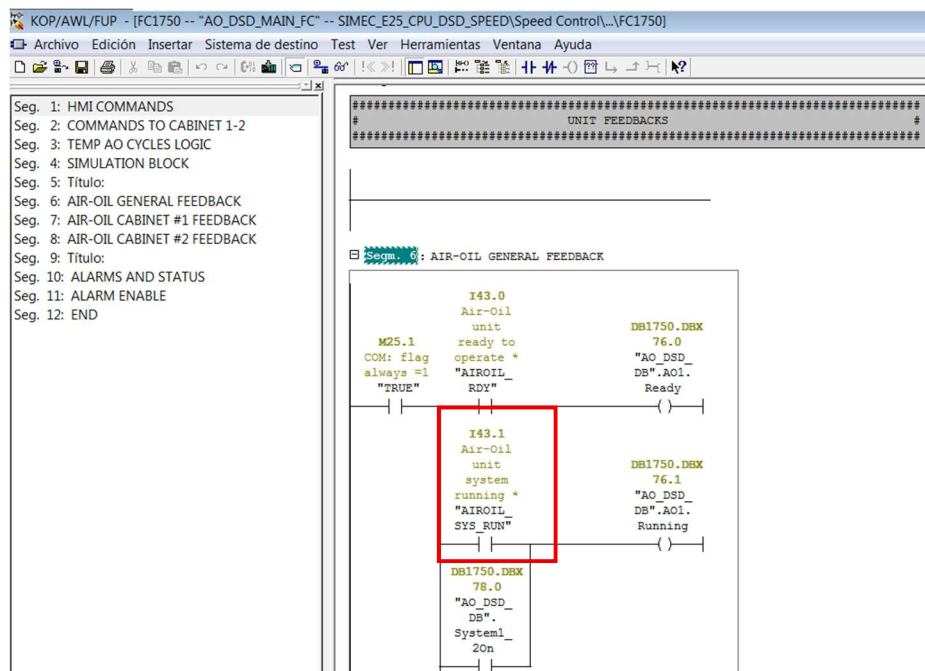


Imagen 17. Entrada que da el encendido

Esta entrada nos da a entender que, la forma en la que el PLC muestra los datos en el HMI que se utiliza actualmente en el pulpito principal, es sacando salidas digitales del PLC de la central aire-aceite y estas están cableadas hasta una entrada física del PLC E25.

Para la manera en la que se quiere realizar el proyecto, el cual es crear una nueva HMI para el monitoreo del estado de la unidad aire-aceite desde el pulpito principal. Es necesario que podamos tener una comunicación entre el PLC y la HMI que se creara. Para ello es necesario saber si el PLC está en la misma red que los demás PLC y las computadoras virtuales que se utilizan para interactuar entre ellos.

Para ello es necesario abrir el programa en el que esta creado el proyecto, en este caso el proyecto se creó en TIA PORTAL V13. Una vez abierto. Lo primero que se reviso fue la IP del dispositivo. La cual tiene la siguiente IP como se muestra en la imagen.

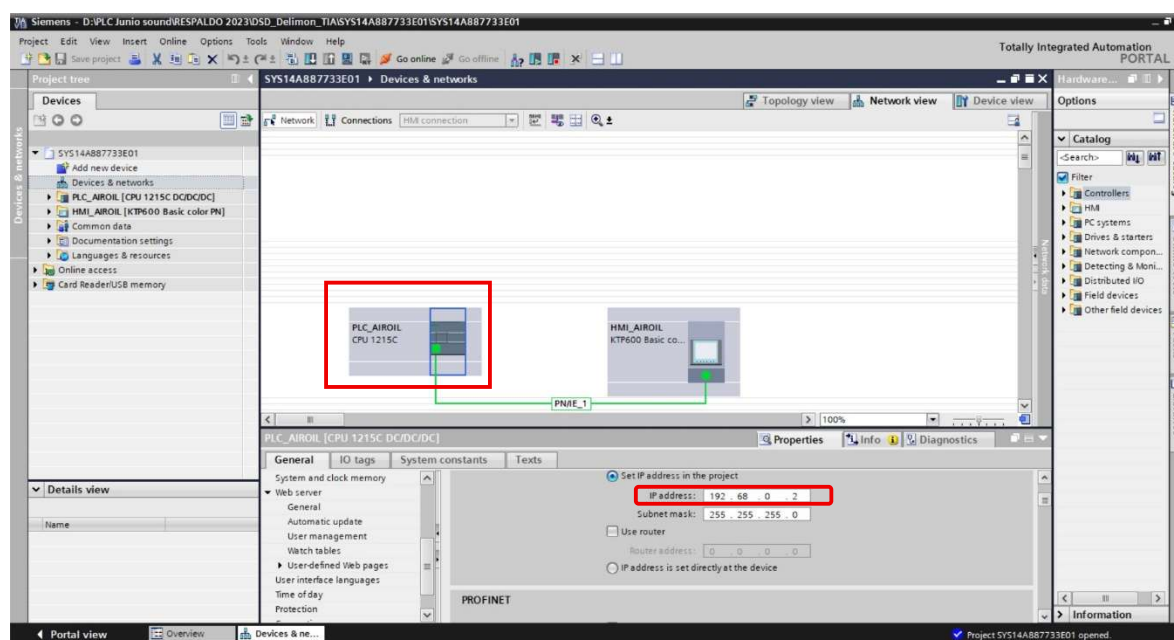


Imagen 18. IP de PLC en TIA PORTAL

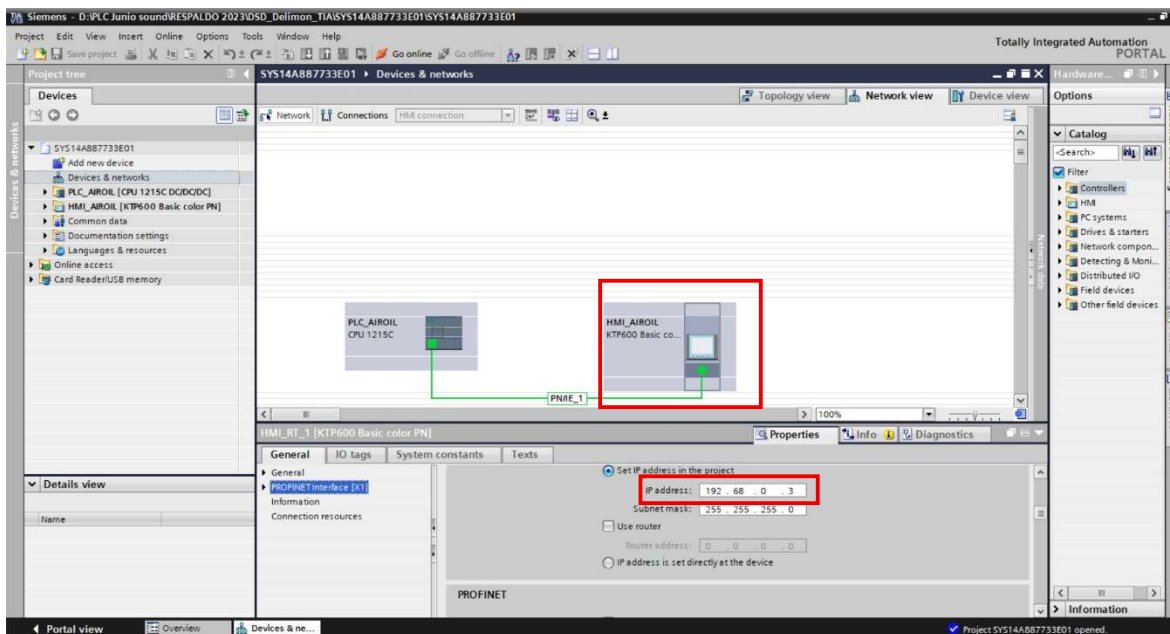


Imagen 19. IP de HMI en TIA PORTAL

Como podemos ver, la IP con la que cuenta este PLC es la 192.68.0.2 y la HMI es la 192.68.0.3.

Aquí cabe resaltar que la planta tiene una topología de anillo, en la cual se tiene la siguiente dirección IP, y es la manera en la que están todos los dispositivos para tener comunicación.

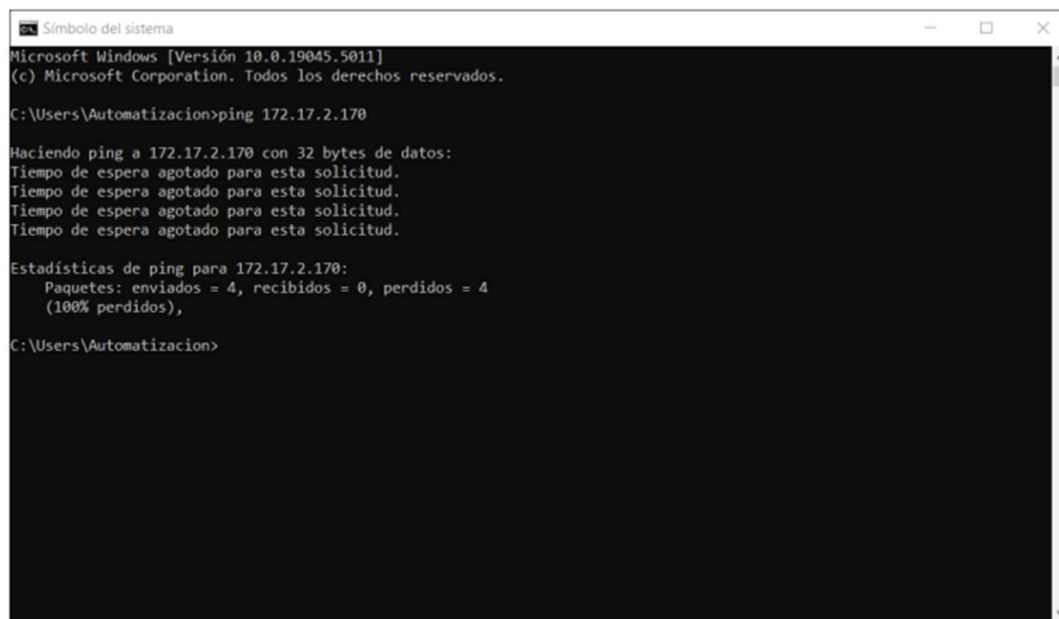
IP: 172.17.2.XXX.

Donde los primeros 3 números, que están separados por “.” Son la identificación de la red, y el último número es la identificación del dispositivo. También es importante saber si se puede conectar al PLC desde un nodo de conexión que este en la red 172, ya que si no se tendría que hacer un nuevo cableado. Esta prueba fue rápida ya que se trató de conectar al PLC desde TIA PORTAL en el servidor de automatización con un cable conectado a la red 172 y este conecto con éxito, claro poniendo como IP de la PC en 192.68.0.XXX. Con esto se comprobó que no hace falta cablear y solo es necesario poner en red el PLC.

4.3- Cambio de IP de PLC1200 y HMI en TIA PORTAL, PLC de A/O del DSD.

Para poder cambiar la IP de un PLC con TIA PORTAL, es necesario tener el proyecto para poder visualizarlo. Para realizar todo esto es necesario tener la IP en la PC con la que originalmente cuenta el PLC.

Antes de comenzar, es necesario realizar el ping con las IPs que queremos asignar para verificar que no las tengamos ocupadas en la red y no causar problemas. Para el PLC queremos asignar en este caso la 172.17.2.170, así que procedemos a hacer ping.



```
Símbolo del sistema
Microsoft Windows [Versión 10.0.19045.5011]
(c) Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

C:\Users\Automatizacion>ping 172.17.2.170

Haciendo ping a 172.17.2.170 con 32 bytes de datos:
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.

Estadísticas de ping para 172.17.2.170:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 0, perdidos = 4
              (100% perdidos),

C:\Users\Automatizacion>
```

Imagen 20. Comprobación de IPs en CMD

Al no obtener respuesta, podemos proceder al cambio de IP en TIA PORTAL, ya que así aseguramos que no tenemos ningún dispositivo con esa IP.

Una vez ya abierto el proyecto, nos deberemos dirigir al PLC y abrir su ventana. Seleccionaremos el PLC y presionar en propiedades en la parte inferior y seleccionar la opción que habla sobre el PROFINET, ya que en ella se encuentra la IP. Entonces buscamos esa IP y la sustituimos por la que queremos asignarle. En este caso tenía la IP de 192.68.0.2, está la cambiaremos a la 172.17.2.170, ya que queremos meter este PLC a la red de los demás PLC.

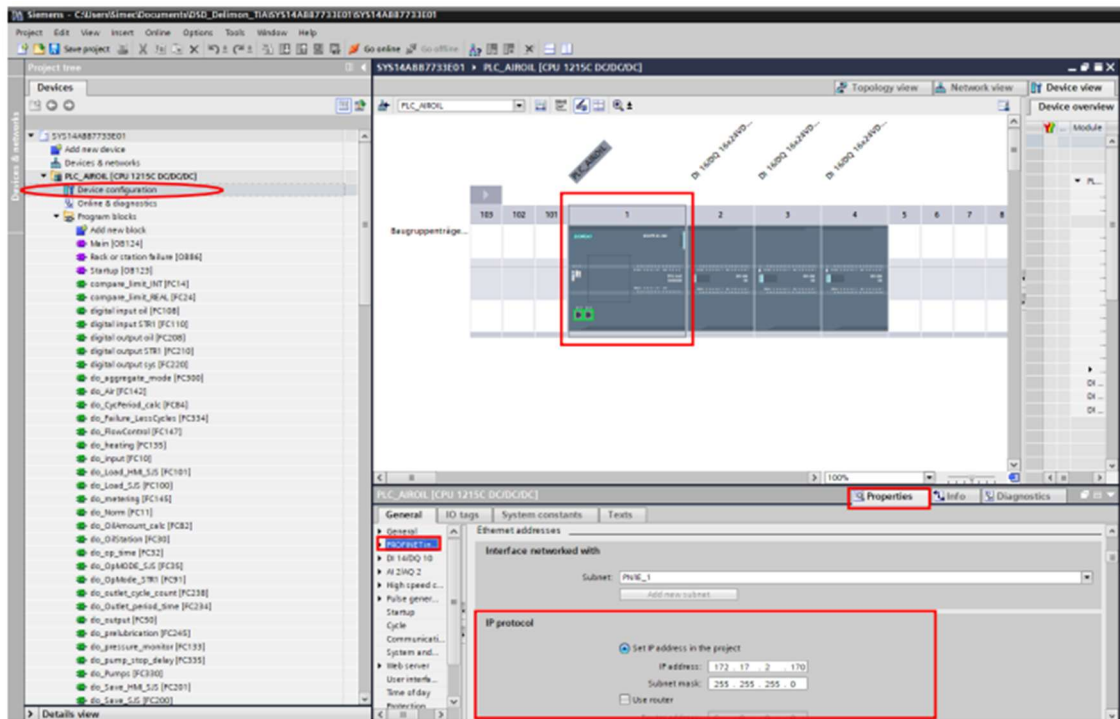


Imagen 21. Cambio de IP de PLC

Después de haber asignado la IP, procedemos a compilar el programa para verificar que este correcto y solo tengamos diferente la IP del dispositivo. Para ello deberemos dar clic derecho en la parte del PLC, después en compilar y Hardware y Software.

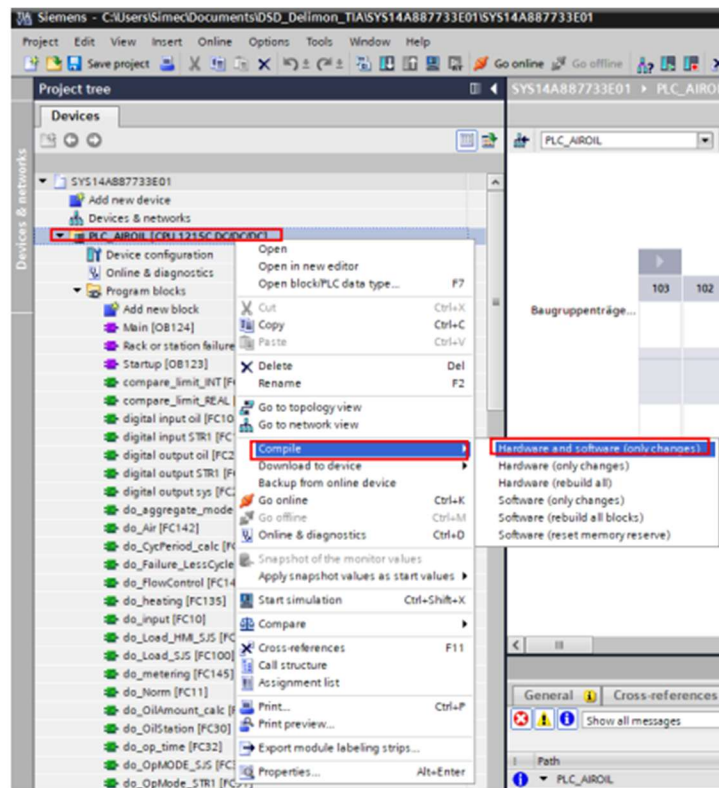


Imagen 22. Compilación del proyecto

Una vez terminado de compilar, nos mostrara los resultados, en los cuales solo deberemos de tener una advertencia sobre que la IP es diferente de la online con la del proyecto.

Una vez teniendo el proyecto compilado, deberemos de proceder a realizar la carga de la nueva IP al PLC. Para ello deberemos seleccionar el PLC en la parte izquierda y después presionar en la parte superior el botón que dice cargar en dispositivo.

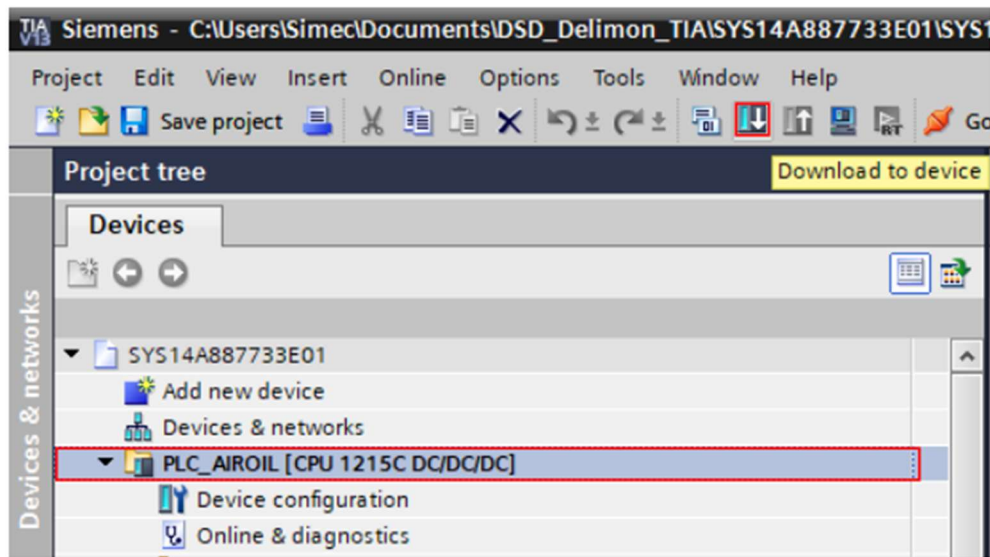


Imagen 23. Carga del proyecto

Una vez seleccionado esa opción, nos aparecerá una ventana en la que nos pedirá buscar el dispositivo al que le queremos ejecutar la carga, seleccionamos nuestra tarjeta de red y el protocolo para que se nos muestre y presionamos “Start Search”.

Una vez haya encontrado el PLC le deberemos de dar en Show. Al hacer esto nos aparecerá una ventana en la cual nos pedirá que debemos de cambiar la IP a una que este en el dominio de la red. Le daremos que si y TIA PORTAL nos ajustara la IP en automático.

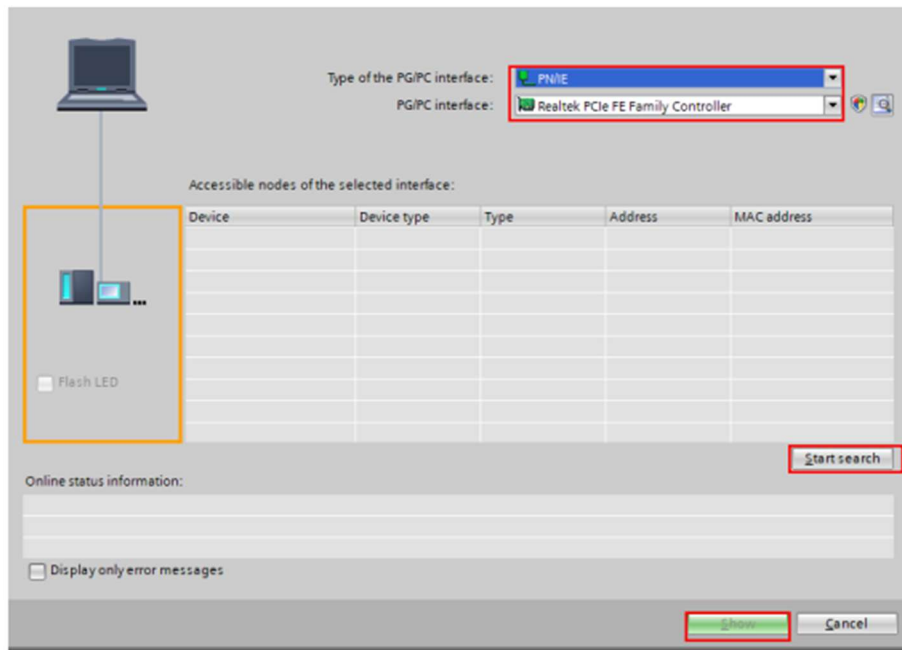


Imagen 24. Búsqueda del PLC

Una vez hayamos hecho eso, nos mostrará una nueva ventana en la cual ya nos dará la opción de cargar al PLC. Nos dará un resumen de lo que cargará y las acciones que tomará, como mandar a STOP el PLC, entonces ya solo deberemos de presionar “LOAD” y comenzará el proceso. En la siguiente captura no muestra dichos mensajes ya que fue tomada después del proceso.

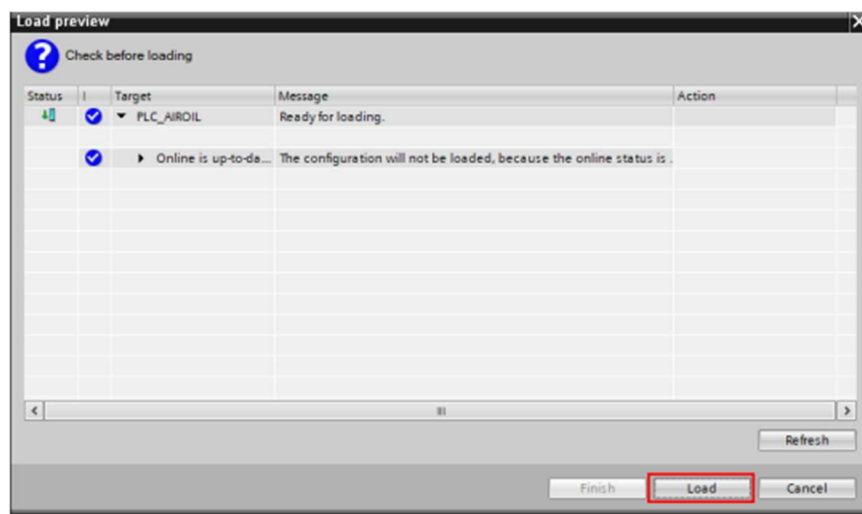


Imagen 25. Carga al PLC

Una vez terminada la carga en el PLC, nos dará una ventana de resultados en la que nos dice que completo con éxito la carga y al dar finalizar nos volverá a poner en RUN el PLC. Al terminar este paso ya habremos acabado de realizar el cambio de IP, lo cual lo podemos comprobar poniéndonos en línea con el PLC, lo haremos de la manera de siempre, presionando en “GO ONLINE”. Si todo salió correcto, ya nos podremos conectar al PLC con la nueva IP sin problemas.

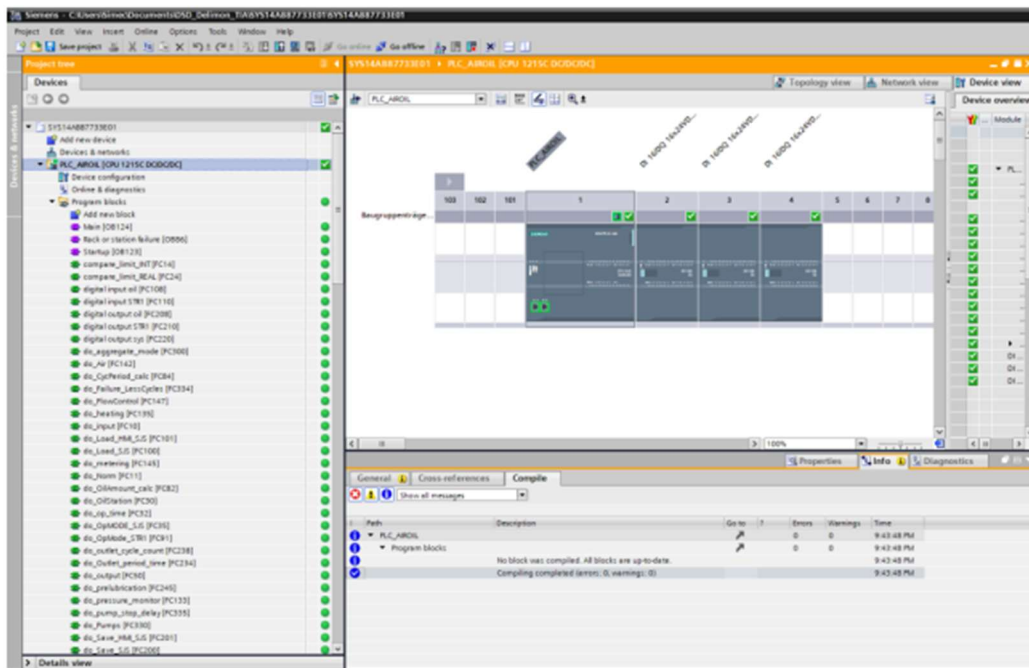


Imagen 26. PLC en línea con la nueva IP

Ahora lo que resta es asignarle la nueva IP al HMI que tenemos asignada al PLC. Para ello primero deberemos saber que IP queremos asignarle y también deberemos realizar un Ping para asegurarnos que no estamos viendo nada. Asignaremos en este caso la IP de 172.17.2.171. así que procedemos a hacer ping.

```

Simbolo del sistema
C:\Users\Automatizacion>ping 172.17.2.171

Haciendo ping a 172.17.2.171 con 32 bytes de datos:
Tíempo de espera agotado para esta solicitud.
Tíempo de espera agotado para esta solicitud.
Tíempo de espera agotado para esta solicitud.
Tíempo de espera agotado para esta solicitud.

Estadísticas de ping para 172.17.2.171:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 0, perdidos = 4
              (100% perdidos),

C:\Users\Automatizacion>

```

Imagen 27. Comprobación de 2da IP a utilizar

Al asegurarnos que nada tiene esta IP, procedemos a cambiarla en la HMI desde el proyecto, de la misma manera que lo hicimos con el PLC, pero ahora seleccionando la HMI del lado izquierdo, presionando propiedades y la opción de PROFINET.

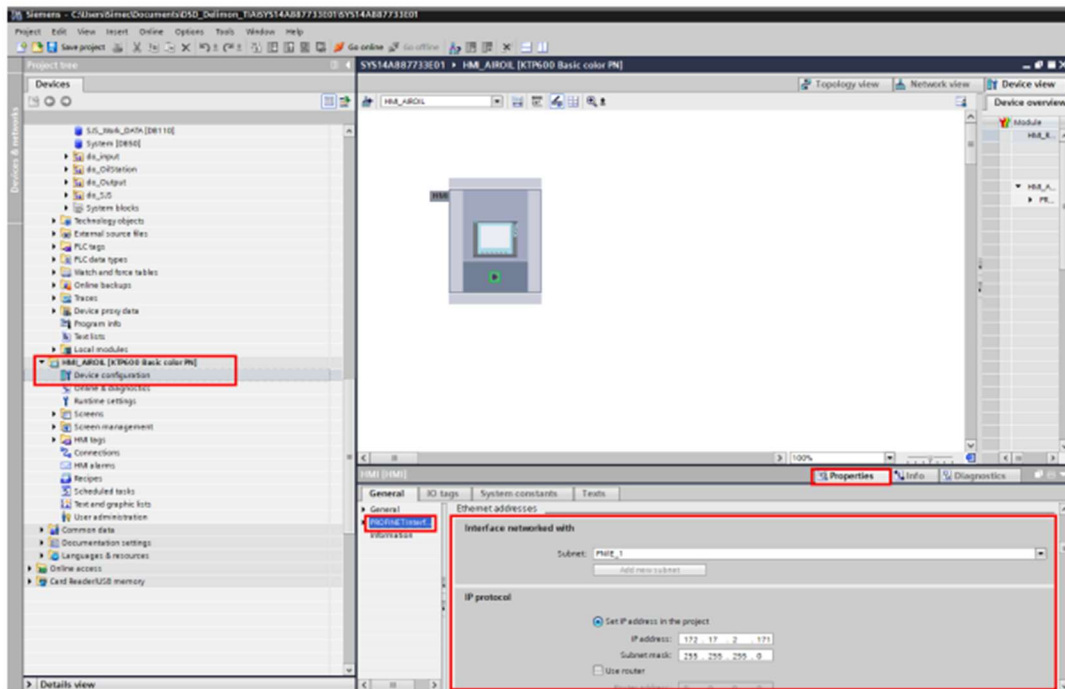


Imagen 28. Cambio de IP de HMI

Una vez cambiada la IP del HMI, procedemos a compilar el proyecto de la HMI de la misma manera que lo hicimos con el PLC. Yéndonos al HMI, clic derecho y compilar Hardware y Software.

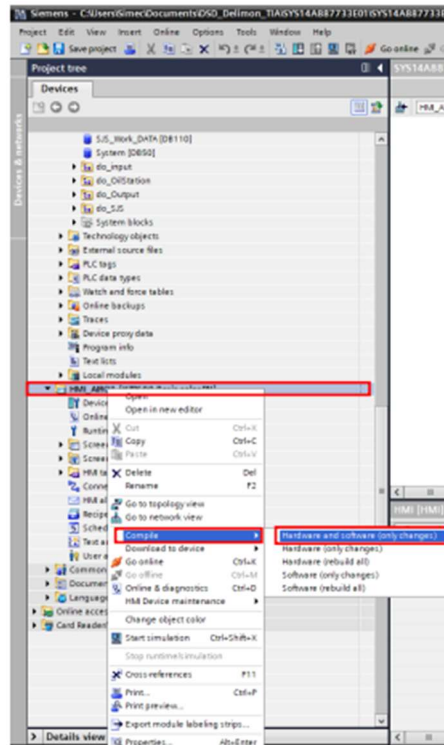


Imagen 29. Compilación de proyecto HMI

Después de compilar, nos dará el resumen sobre que ya está compilado con la diferencia de la IP, después de eso ya deberemos de cargar el programa, para ello deberemos tener seleccionada la HMI en la misma parte donde le dimos compilar, luego presionamos el “Cargar en dispositivo”, el cual nos arrojará la siguiente ventana, en la que deberemos buscar primero la HMI, seleccionando usar otra IP y poner la IP vieja, que es la que tiene la HMI, y presionar “Try to connect”. Una vez que ya haya conectado, nos habilitará el botón de “Load”.

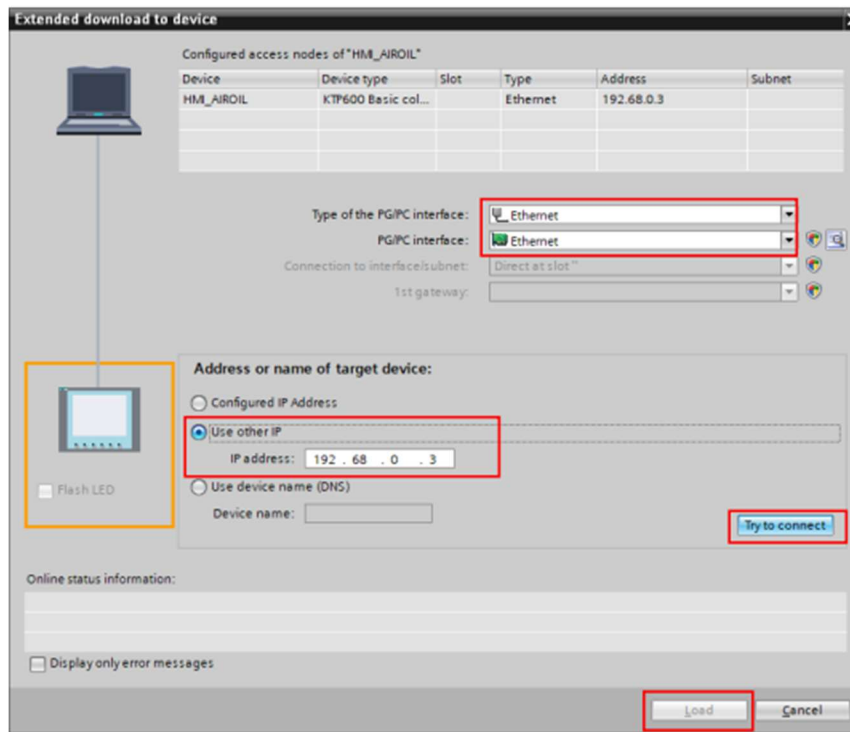
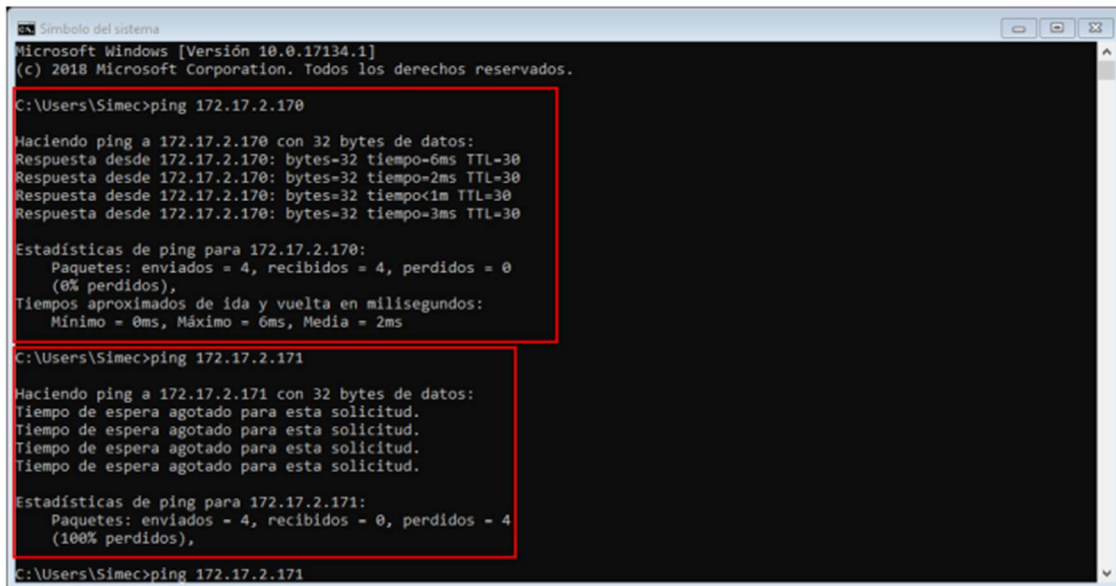


Imagen 30. Búsqueda de HMI y carga de nueva IP

Después de eso, nos mostrara una nueva ventana en la que nos dará el resumen de lo que cargara al dispositivo, así como salió en el PLC, así que deberemos de dar en Load si ya estamos seguros y entonces cargara la nueva IP del HMI, de esta manera ya quedaría listo, podemos probar conectándonos desde TIA PORTAL.

Para finalizar, podemos volver a hacer ping con las 2 IP que acabamos de colocar en el PLC y el HMI. Si todo fue correcto, ya deberían de comunicarse desde cualquier nodo de red que este en el mismo rango (172.17.2.xxx).



```
Símbolo del sistema
Microsoft Windows [Versión 10.0.17134.1]
(c) 2018 Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

C:\Users\Simec>ping 172.17.2.170

Haciendo ping a 172.17.2.170 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 172.17.2.170: bytes=32 tiempo=6ms TTL=30
Respuesta desde 172.17.2.170: bytes=32 tiempo=2ms TTL=30
Respuesta desde 172.17.2.170: bytes=32 tiempo=1ms TTL=30
Respuesta desde 172.17.2.170: bytes=32 tiempo=3ms TTL=30

Estadísticas de ping para 172.17.2.170:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
              (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 6ms, Media = 2ms

C:\Users\Simec>ping 172.17.2.171

Haciendo ping a 172.17.2.171 con 32 bytes de datos:
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.

Estadísticas de ping para 172.17.2.171:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 0, perdidos = 4
              (100% perdidos),

C:\Users\Simec>ping 172.17.2.171
```

Imagen 31. Comprobación de IPs en CMD

Como último punto podemos revisar si responden bien los mandos y todo lo que hacia la HMI y el PLC.

4.4- Elección de máquina virtual a utilizar y creación de servidor OPC con KEPServerEX

4.4.1- Máquina virtual a utilizar

Para poder realizar la interfaz del HMI nueva que se colocara en el pulpito principal, primero se comenzó a buscar alguna máquina virtual que no estuviera en uso en el servidor principal. Revisando todas las máquinas, se escogió una llamada “IBA-SERVER” ya que esta no es operativa en ningún lado y está disponible. Por lo cual se toma y se le instalan los programas necesarios para realizar la HMI y crear el servidor OPC.

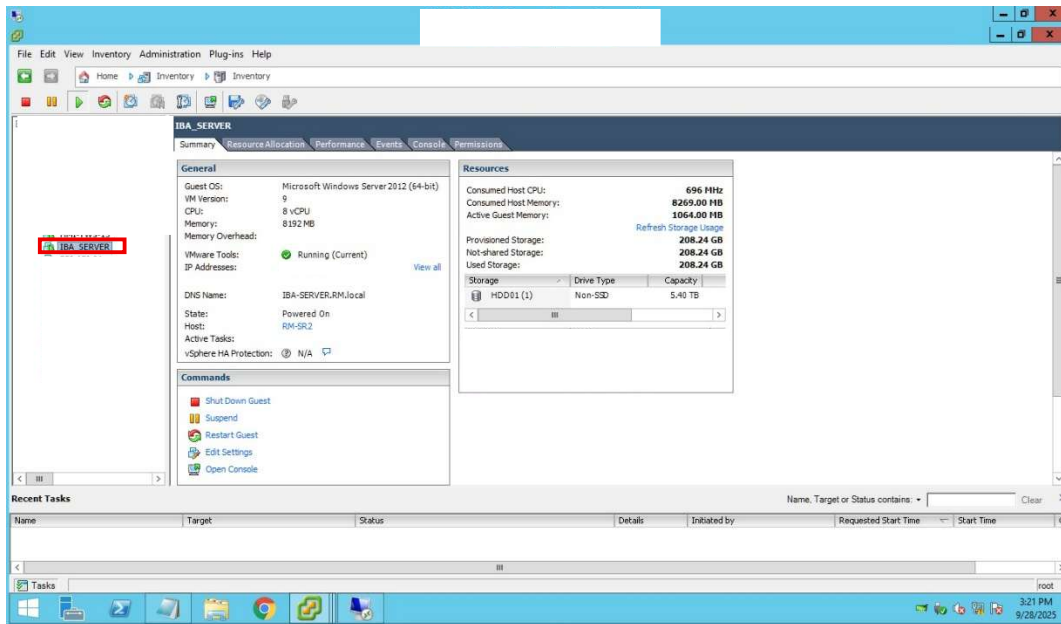


Imagen 32. Máquina virtual libre

Para poder acceder a dicha virtual, es necesario conectarse a través de la aplicación “Conexión remoto” de Windows, ya que es una PC virtual de la cual no existe como tal el CPU.

Para ello es necesario primero ingresar la IP del dispositivo al que nos queremos conectar, en este caso la IP de la maquina “IBA-SERVER”, después dar de alta sus credenciales en dicha aplicación llenando el nombre de usuario y la contraseña, si es que se cuenta con una. Una vez realizado, ya nos dará acceso a la máquina virtual.

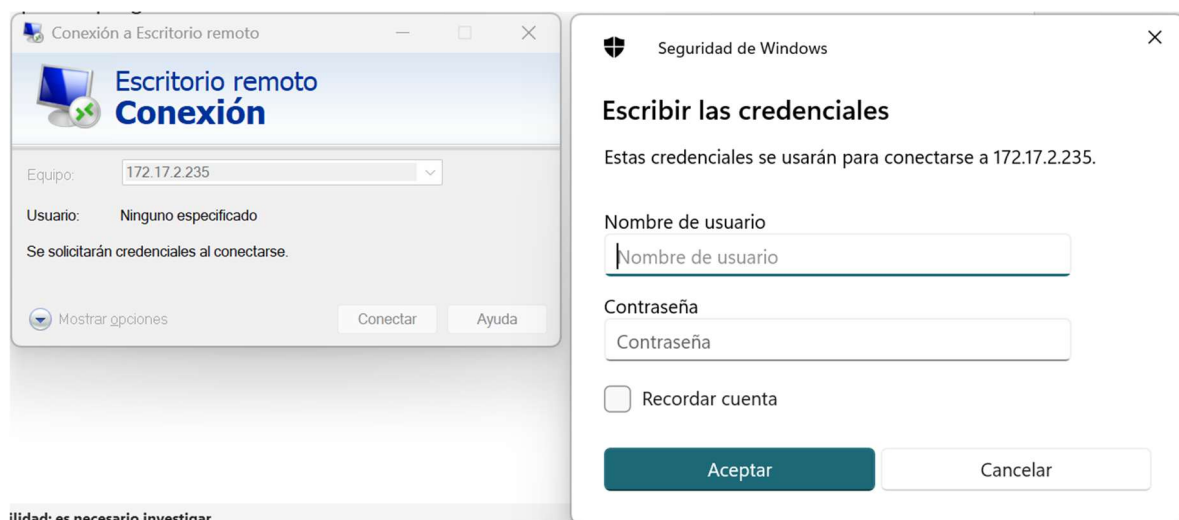


Imagen 33. Conexión remota a Máquina virtual



Imagen 34. Máquina IBA-SERVER

El primer programa en instalarse fue el KEPServerEX, para poder realizar el servidor OPC.

4.4.2- Creación del servidor OPC con KEPServerEx

Una vez teniendo instalado el programa KEPServerEX, abrimos el programa y nos encontraremos con la siguiente interfaz.



Imagen 35. Interfaz KEPServerEX

Para poder iniciar la conexión del programa con el PLC, primero se tiene que dar clic en la parte de “connectivity” y dar clic en añadir nuevo canal.

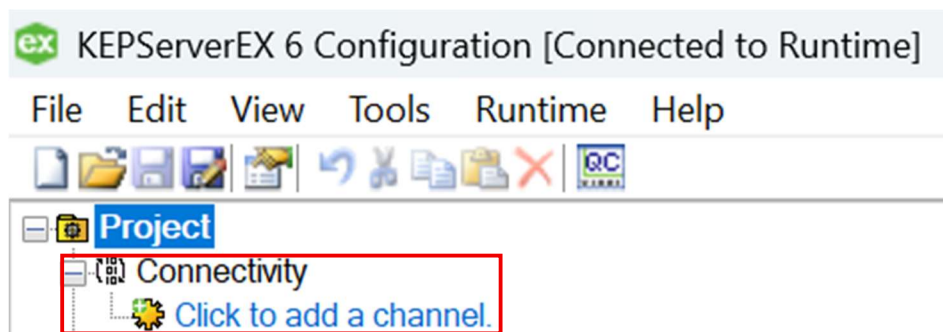


Imagen 36. Añadir canal

Al presionarlo nos aparecerá la siguiente ventana, en la cual tendremos que elegir la marca del PLC que estamos utilizando. En este caso un siemens con protocolo de comunicación TPC/IP.

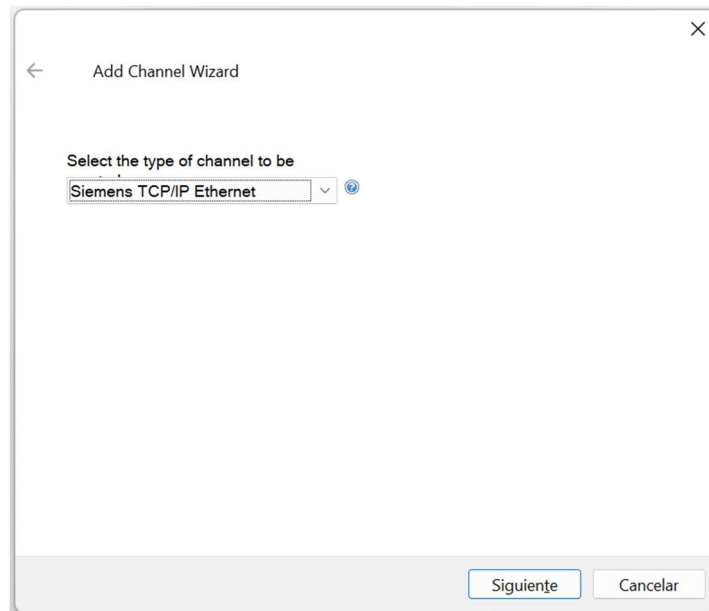


Imagen 37. Tipo de canal

Presionamos siguiente y nos pedirá el nombre del canal, en este caso lo llamaremos AO.

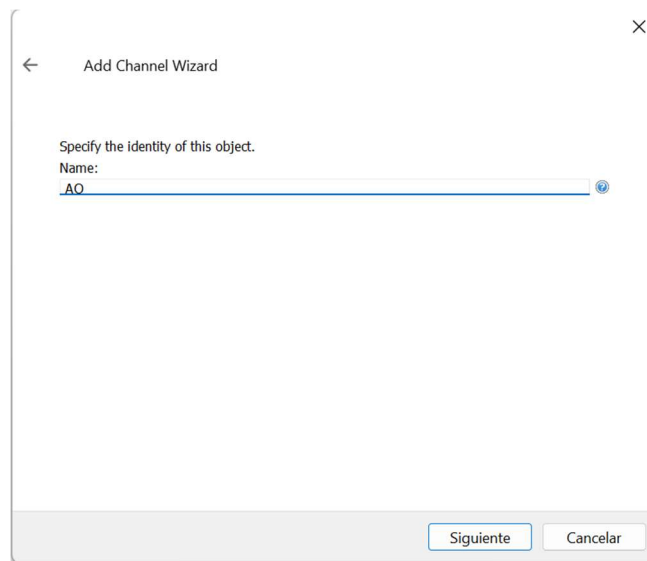


Imagen 38. Nombre del canal

Al dar clic en siguiente, no pedirá escoger nuestro adaptador de red con el que estamos Comunicados al PLC, en este caso escogeremos el adaptador que tenga la IP que estamos utilizando para conectarnos a los PLC, el cual debe ser el que tiene como dirección 172.17.2.xxx.

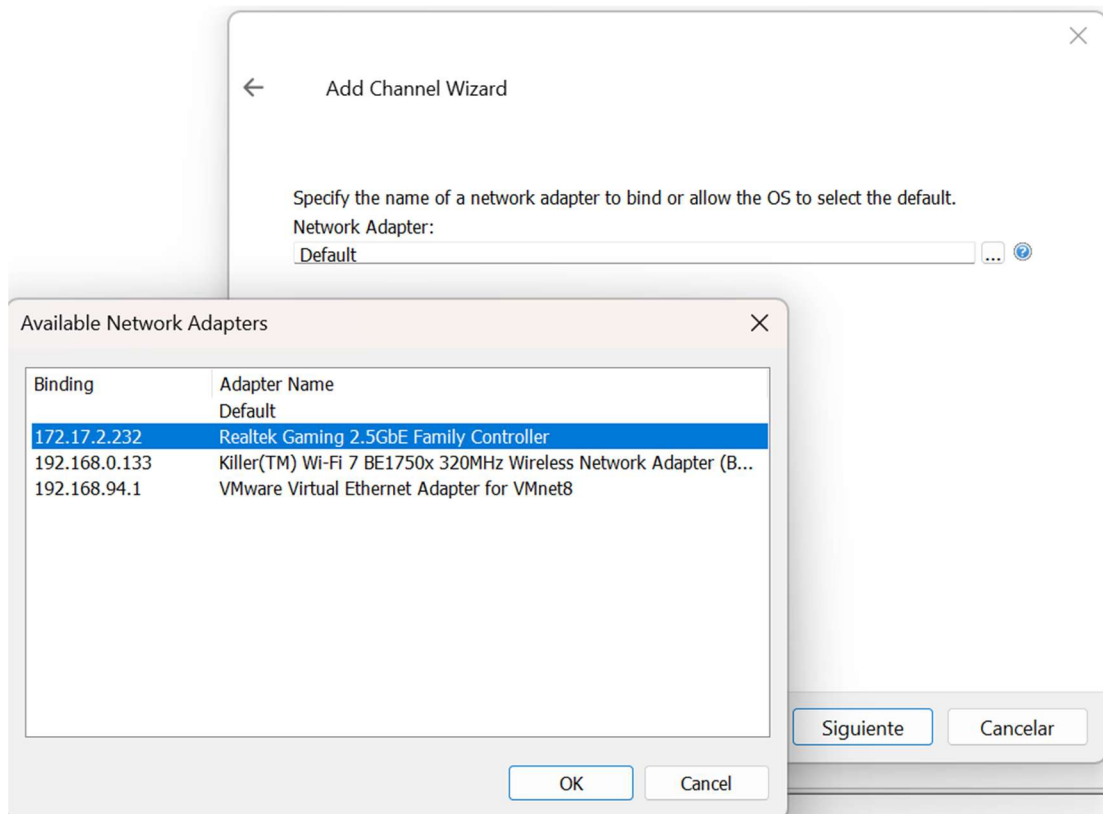


Imagen 39. Interfaz de red a utilizar

Al presionar siguiente nos mostrara otra pestaña sobre cómo queremos que sea la obtención de datos, está la dejaremos por default.

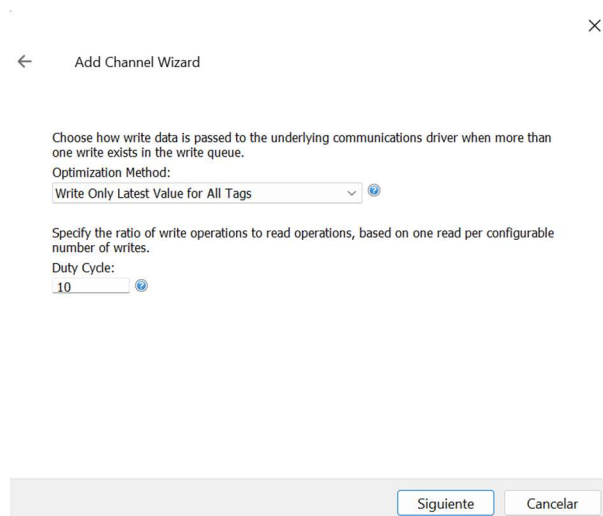


Imagen 40. Obtención de datos

Al dar siguiente nos preguntara como es que queremos mostrar los datos cuando sean inválidos en un término de tipo flotante. Le pondremos que queremos verlos como un 0.0.

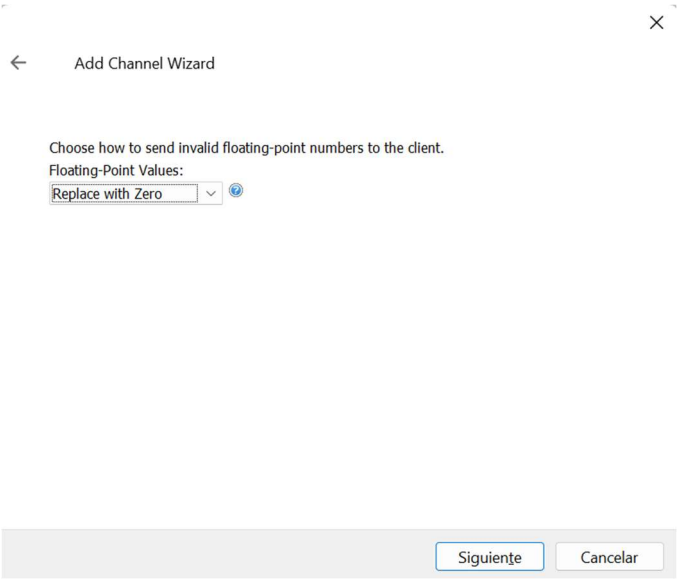


Imagen 41. Visualización de datos no presentes

Después de dar siguiente, nos mostrara un resumen de lo que hemos agregado y presionamos finalizar.

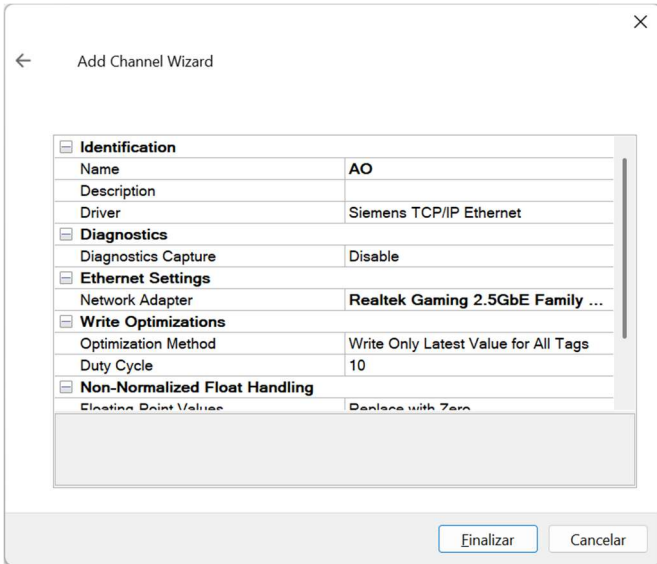


Imagen 42. Finalización de canal añadido

Una vez finalizado, se nos abra agregado la conexión, ahora solo falta agregar el dispositivo, que en este caso en el PLC. El cual lo haremos presionando debajo de la conexión que acabamos de añadir, y presionar en “agregar nuevo dispositivo”.

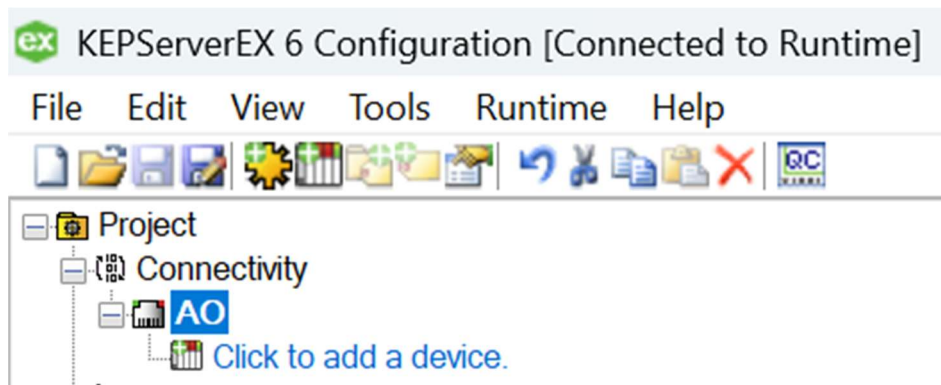


Imagen 43. Agregar dispositivo

Aquí nos mostrara una ventana emergente en la cual nos pide el nombre del PLC que agregaremos, en este caso le pondremos "PLCAO".

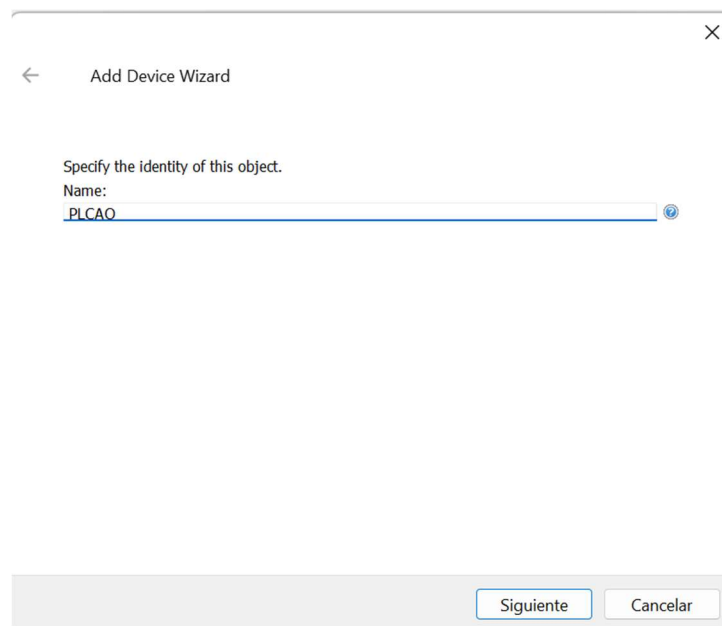


Imagen 44. Nombre del dispositivo

Le daremos en siguiente y nos preguntara el tipo de PLC que es. En este caso, el PLC es un S-1200.

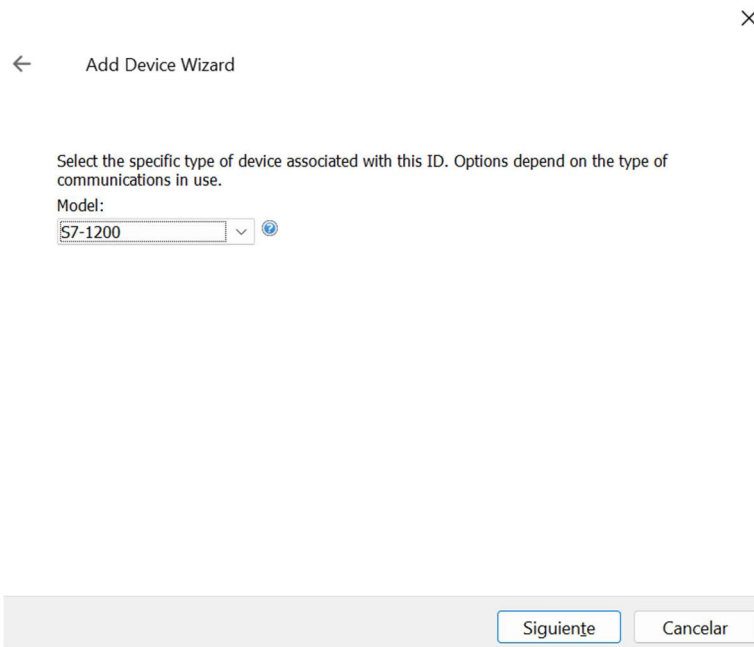


Imagen 45. Tipo de PLC

Al presionar siguiente, nos pedirá ahora el IP del dispositivo, el cual ya se lo habíamos asignado antes, entonces introducimos su IP que es la 172.17.2.170.

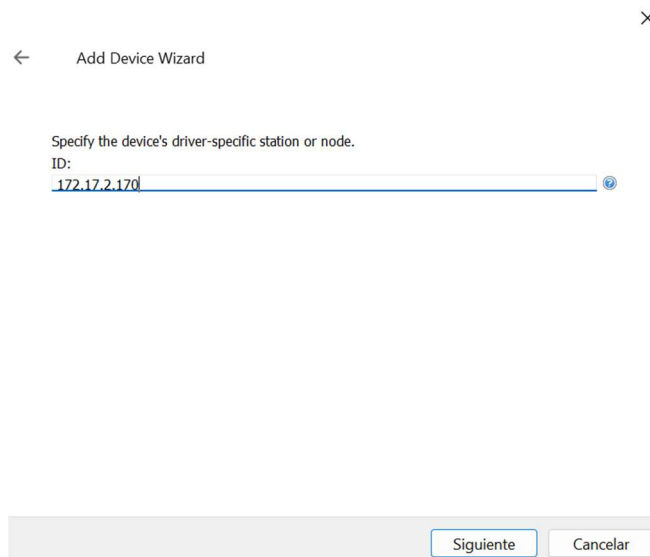


Imagen 46. IP del PLC

después nos preguntara que tan frecuente queremos que sea el escaneo de nuevos tags en el dispositivo. Este lo dejamos por default.

Specify the method for determining how often tags in the device are scanned.

Scan Mode:

Respect Client-Specified Scan Rate

Provide the first updates for new tag references from stored (cached) data rather than polling devices immediately.

Initial Updates from Cache:

Disable

Siguiente Cancelar

Imagen 47. Tiempo de escaneo

después nos pedirá introducir datos de tiempo para cuando detecte una desconexión, sobre el cuanto tiempo sin respuesta ya se considerará una pérdida de conexión, cuanto intervalo en milisegundos necesita para determinar la espera de respuestas del dispositivo, etc. Estos tiempos se dejarán igual por default.

remote device. Connection time is often longer than communication request time for a

Connect Timeout (s):

2

Specify an interval, in milliseconds, to determine how long the driver waits for a response from the target device to indicate completion.

Request Timeout (ms):

2000

Indicate how many times the driver sends a communications request before considering the request to have failed and the device to be in error.

Retry Attempts:

2

Define how long, in milliseconds, the driver waits before sending the next request to the target device.

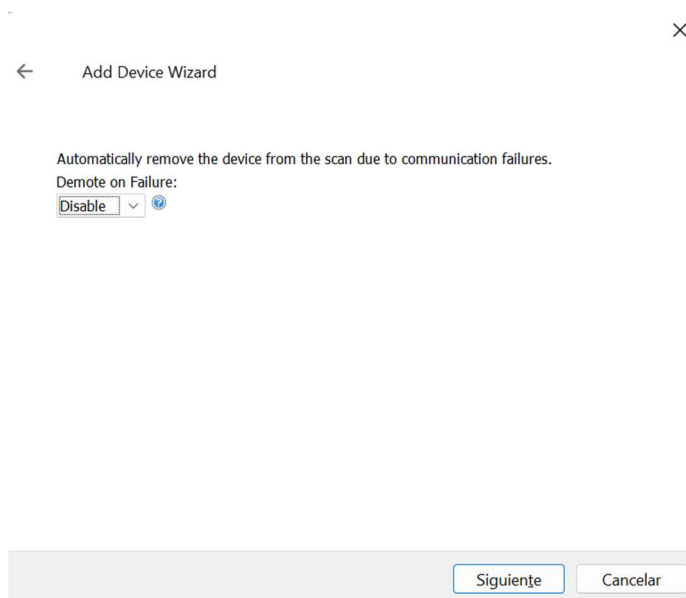
Inter-Request Delay (ms):

0

Siguiente Cancelar

Imagen 48. Tiempos auxiliares

después preguntara si queremos remover el dispositivo en dado caso que detecte que ya no hay respuestas del mismo, aquí le diremos que no queremos eso y seleccionaremos “disable”.



← Add Device Wizard

Automatically remove the device from the scan due to communication failures.

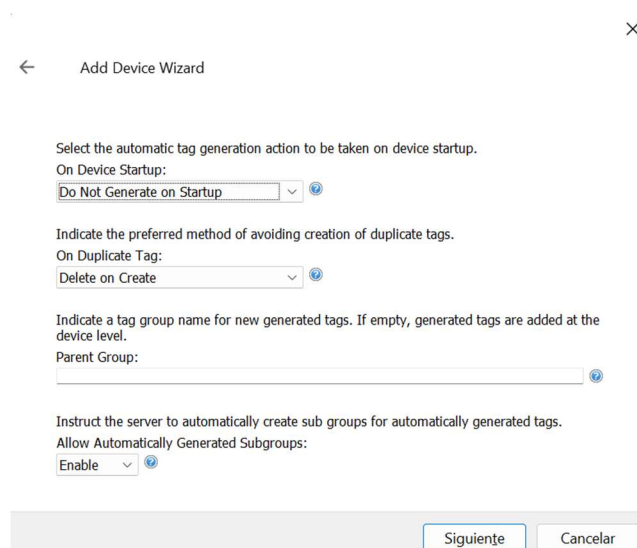
Demote on Failure:

Disable

Siguiente Cancelar

Imagen 49. Des habilitación automática de dispositivos

Luego nos preguntara sobre la generación automática de tags o grupos, estos tampoco queremos que se generen automáticamente, entonces dejaremos en “disable” la mayoría de ellos.



← Add Device Wizard

Select the automatic tag generation action to be taken on device startup.

On Device Startup:

Do Not Generate on Startup

Indicate the preferred method of avoiding creation of duplicate tags.

On Duplicate Tag:

Delete on Create

Indicate a tag group name for new generated tags. If empty, generated tags are added at the device level.

Parent Group:

Instruct the server to automatically create sub groups for automatically generated tags.

Allow Automatically Generated Subgroups:

Enable

Siguiente Cancelar

Imagen 50. Generación automática de tags

Después nos pedirá añadir el número de puerto TCP/IP configurado para este dispositivo. Este dato se deja por default ya que no se tocó ese dato a la hora de configurar la IP y demás.

← Add Device Wizard

Set the TCP/IP port number configured for this device.
Port Number:
102

Enter the device port number where the NetLink adapter is connected.
MPI ID:
0

Siguiente Cancelar

Imagen 51. Numero de puerto TCP/IP

En la siguiente ventana nos preguntara sobre datos del PLC, de los cuales dejaremos la mayoría por default, exceptuando el número del rack y el slot donde se encuentra situado el PLC en el bastidor. Este al ser solo un PLC en el bastidor, colocaremos que se encuentra en el rack 0, slot 1. Esto se da así porque, viendo físicamente el PLC, este así se encuentra, el rack se refiere al número de bastidor, al ser el primero se empieza con el 0, y el slot se refiere a, en qué posición dentro del bastidor se encuentra, en este caso es el primer dispositivo en el bastidor, entonces lleva el número 1.

← Add Device Wizard

Specify the remote (device) unique address for this connection in hexadecimal.
Remote TSAP:
4057

Select the type of connection link to be used in communications.
Link Type:
PC

Enter the rack number where this CPU resides.
CPU Rack:
0

Enter the slot number where this CPU resides.
CPU Slot:
1

Siguiente Cancelar

Imagen 52. Ubicación de PLC en bastidor

después nos preguntara si tenemos algún archivo de tags a importar, lo cual no lo tenemos así que lo dejamos vacío y presionamos siguiente. Al terminar nos mostrara el resumen de datos que hemos utilizado y presionamos en finalizar.

X

← Add Device Wizard

Identification	
Name	PLCAO
Description	
Driver	Siemens TCP/IP Ethernet
Model	S7-1200
Channel Assignment	AO
ID	172.17.2.170
Operating Mode	
Data Collection	Enable
Simulated	No
Scan Mode	
Scan Mode	Respect Client-Specified Scan Rate
Initial Updates from Cache	Disable

Imagen 53. Finalización de dispositivo

Al finalizar ya tendremos el servidor OPC creado, ahora solo resta dar de alta las variables y lanzar el cliente del servidor para que empiece a comunicarse.

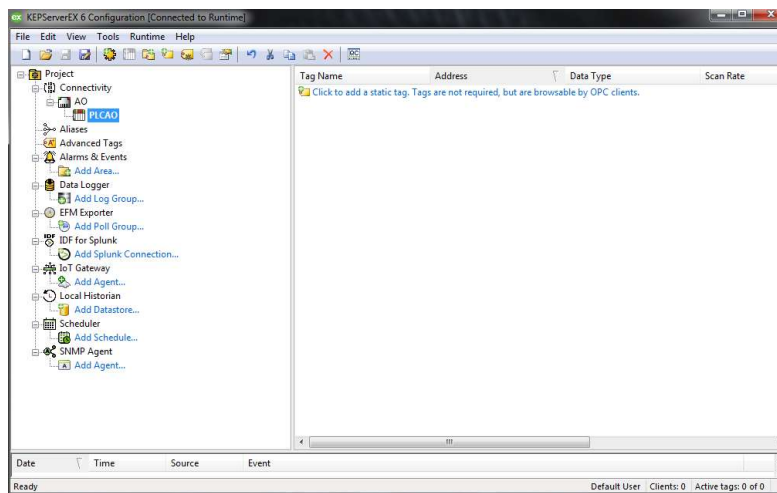


Imagen 54. Vista final al agregar dispositivo

4.4.3- Dada de alta de variables a utilizar.

Ahora para empezar a dar de alta nuestras variables, primero deberemos escoger que datos necesitamos para que empecemos a buscarlas en el programa TIA PORTAL V13. De las más importantes y necesarias que ocupamos para nuestro proyecto, se prepararon las siguientes variables:

VARIABLES GENERALES

- Paro de emergencia.
- Maquina en estado listo.
- Bomba 1 y 2 en falla.
- Sistema general activo.
- Sistema en falla.

TEMPERATURA

- Temperatura máxima.
- Temperatura mínima.
- Error de calentamiento.

NIVELES DE ACEITE

- Nivel máximo máximo.
- Nivel máximo
- Nivel mínimo.
- Nivel mínimo mínimo.

ESTADOS DE UNIDADES (GABINETES)

- Aire ok.
- Flujo ok.
- Lubricación ok.

PRESION GENERAL

- Presión ok.

ESTADOS DE LUBRICACION DE AMBOS GABINETES.

- Flujo 1 ok.
- Flujo 2 ok.
- Flujo 3 ok.
- Flujo 4 ok.
- Flujo 5 ok.
- Flujo 6 ok.

ALARMAS

- Si hay alarmas activas o no

También se incluirán unos botones para que tengan interacción los operadores en algunas funciones como:

- Mando local o remoto de la central.
- Encendido y apagado de la unidad.
- Encendido y apagado del ciclo de lubricación.
- Reseteo de alarmas.
- Reseteo de bomba en falla.

Una vez definidas las primeras variables que se piensan utilizar, se comienzan a buscar entre los FC, FB y DBs del programa TIA PORTAL V13. Para ello nos apoyaremos de la HMI creada originalmente que se encuentra en el sótano. Como esa HMI fue creada con la herramienta WINCC de TIA PORTAL V13, en el mismo proyecto contamos con las pantallas utilizadas para el HMI, y estas pantallas tienen ligadas a sus estados, las señales que necesitamos, pero para ello hay que hacer un poco de rastreo de datos en la misma. Para ello se seguirá el siguiente procedimiento.

Primero se busca en la pantalla la variable que buscamos, como por ejemplo el paro de emergencia, el cual está en la siguiente imagen.

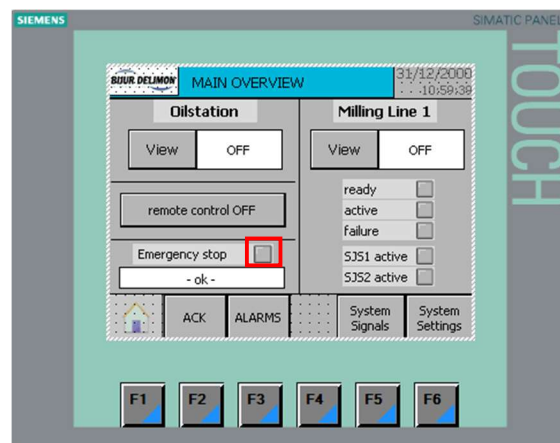


Imagen 55. Dato a rastrear

Una vez seleccionado ese estado, en la parte inferior se abrirá una ventana en la cual deberemos irnos en la parte de “info” y en “Cross-reference”. Con esto nos iremos a las referencias cruzadas de este estado, y del cual nos iremos a un punto de uso que este utilizado por un FC/FB. Sabremos que el punto de uso está utilizado por un FC/FB porque el icono es verde o azul y con forma como de una compuerta lógica.

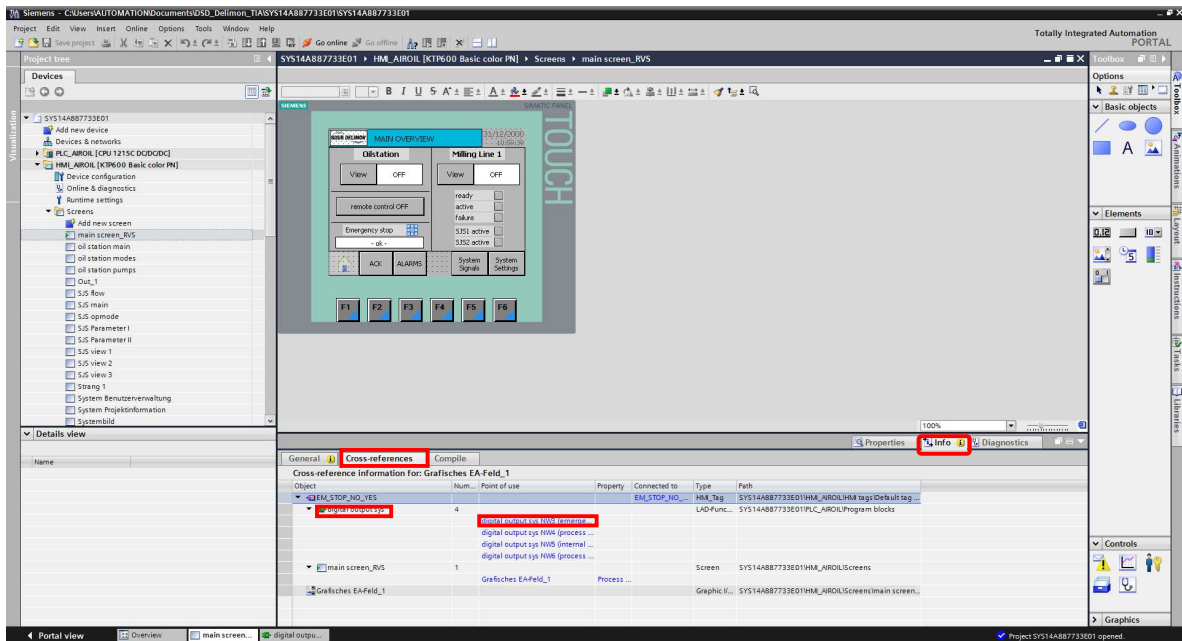


Imagen 56. Referencias cruzadas

Dando clic en el punto de uso, nos llevar a la lectura o escritura de la señal. ¿Cómo sabemos que es escritura o lectura? Cuando estemos en el FC/FB donde nos mandó, en la misma parte veremos el tipo de acceso, el cual nos dirá si es de tipo “write” o de tipo “read-only”.

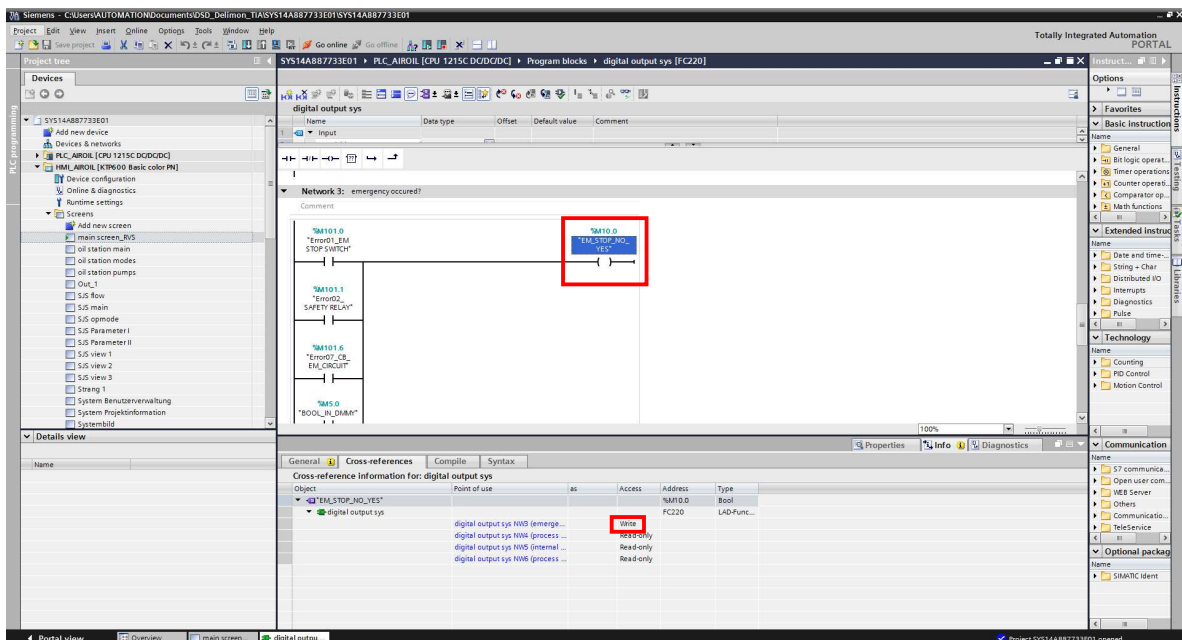


Imagen 57. Bit de escritura

Como podemos ver, es la marca M10.0 la señal que nos da el paro de emergencia activo. Entonces ahora del lado de KEPServerEX, procedemos a dar de alta la señal.

Para ello es necesario seleccionar el dispositivo que dimos de alta en pasos anteriores y ahí nos aparecerá la opción de añadir tags. Seleccionamos la opción y nos aparecerá una ventana nueva.

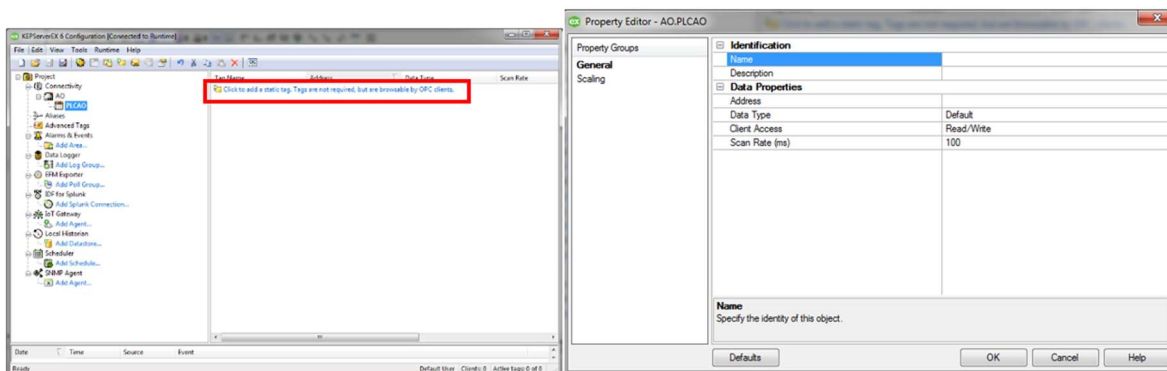


Imagen 58. Agregar tag

En esta nueva ventana introduciremos los datos de nombre del tag a introducir, la dirección que utiliza en el PLC, el tipo de dato a utilizar, el tipo de acceso que le vamos a otorgar y el tiempo de escaneo.

En nombre del tag usaremos PARO, para la dirección es la M10.0, el tipo de dato es un booleano, el acceso será de solo lectura y el escaneo se dejará tal como está. Quedando de la siguiente manera.

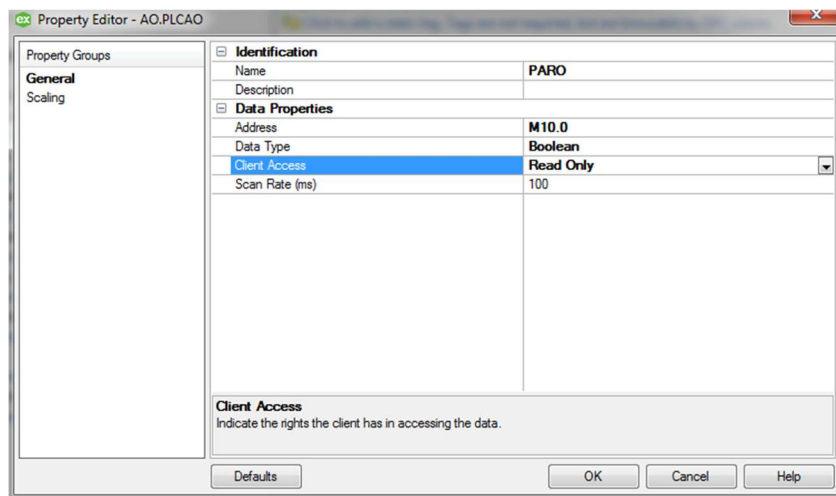


Imagen 59. Datos del tag

Presionaremos en OK y la variable quedara lista para usarse y con el servidor OPC ya está comunicada.

Algunas señales no será tan sencillo encontrar su lectura, por lo cual a veces no aparecerá que tiene puntos de uso más allá de la lectura en el HMI. En ese caso nos toca rastrear la señal desde la DB a la que está conectada como es el caso de la siguiente señal.

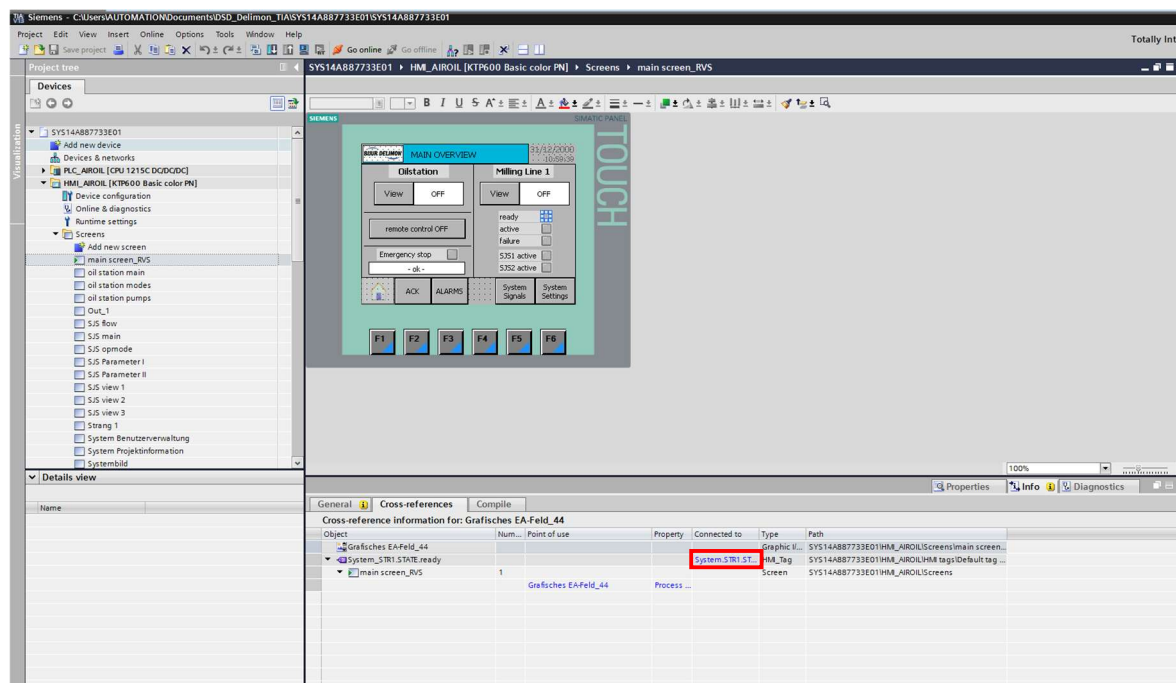


Imagen 60. Rastreo desde el bloc de datos (DB)

Como se dijo, se siguió la DB conectada a dicha señal del HMI y se llegó a la DB como tal. En la cual vemos que este dato viene de un struct, que es un tipo de datos que junta varios bits en una palabra, que también se le puede denominar como un vector de datos.

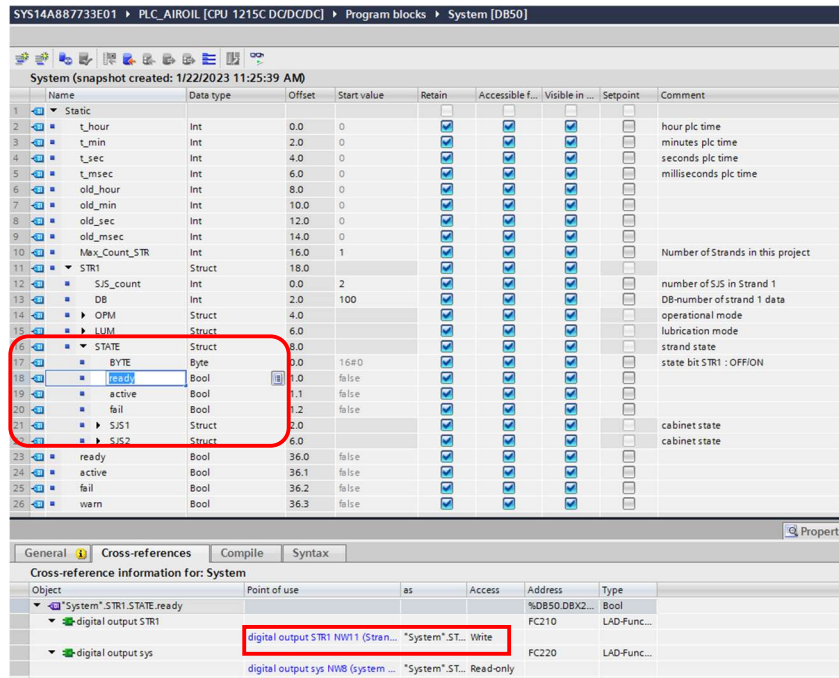


Imagen 61. Rastreo en el Struct del DB

En dicho struct podemos ver que si seleccionamos el dato que buscamos, encontramos la escritura y de donde viene. Así que lo seguimos y obtenemos el bit que buscamos.

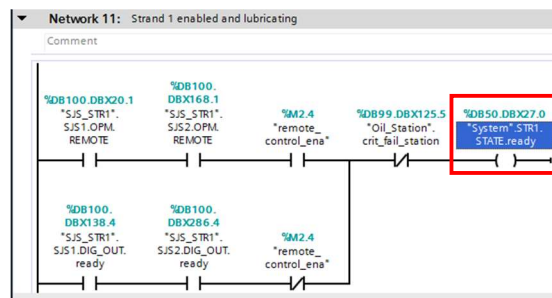


Imagen 62. Escritura del BIT

También nos encontraremos con datos que no son booleanos, en ese caso hay que declararlos con el tipo de dato que se esté utilizando en el PLC, como es el caso de las horas de trabajo de cada bomba. Al segur el dato en el PLC no encontramos con esta declaración del dato.

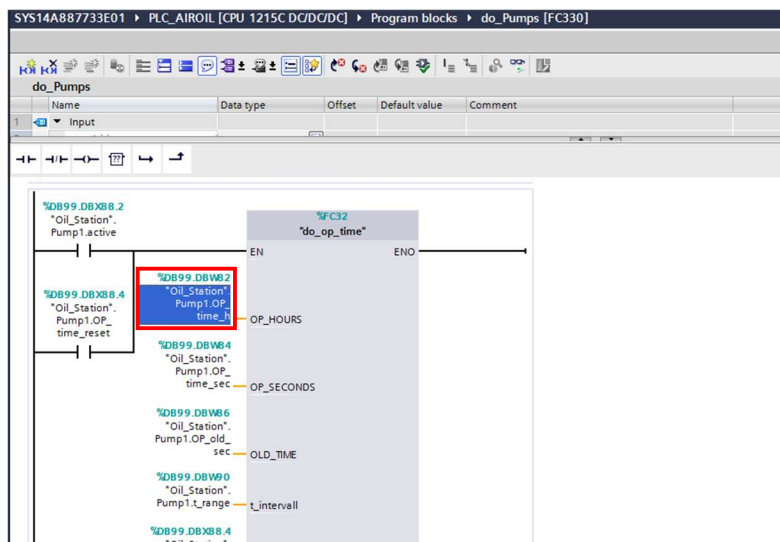


Imagen 63. Dato del tipo INT

Al no ser un “DBX” como las señales anteriores, esto nos indica que ya no estamos hablando de bits, este dato es un “DBW” el cual con esa “W” del final, nos está indicando que el tipo de dato ya es una “Palabra” o “Word”, el cual ya es un conjunto de 16 bits o 2 Bytes. Entonces al ser una palabra, la forma en la que la deberíamos de declarar en KEPSeverEx es en forma de dato tipo “short” como se muestra a continuación.

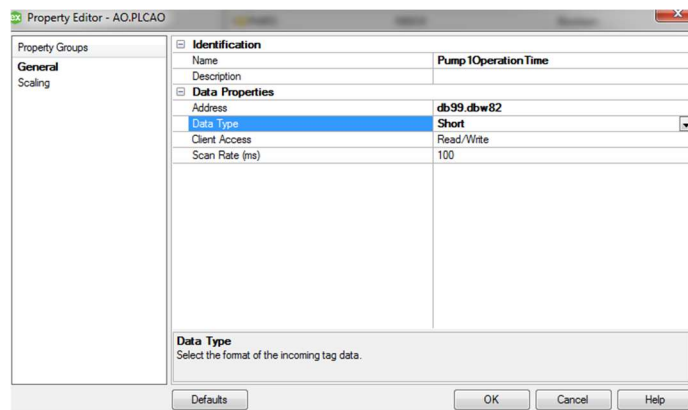


Imagen 64. Tag en tipo INT

Ahora repetiremos el proceso para todas las variables de lectura que vayamos a utilizar, quedando de la siguiente manera.

Tag Name	Address	Data Type	Scan Rate	Scaling	Description
SI52_OUT6	Q5.5	Boolean	100	None	
SI52_OUT5	Q5.4	Boolean	100	None	
SI52_OUT4	Q5.3	Boolean	100	None	
SI52_OUT3	Q5.2	Boolean	100	None	
SI52_OUT2	Q5.1	Boolean	100	None	
SI52_OUT1	Q5.0	Boolean	100	None	
SI51_OUT6	Q4.5	Boolean	100	None	
SI51_OUT5	Q4.4	Boolean	100	None	
SI51_OUT4	Q4.3	Boolean	100	None	
SI51_OUT3	Q4.2	Boolean	100	None	
SI51_OUT2	Q4.1	Boolean	100	None	
SI51_OUT1	Q4.0	Boolean	100	None	
FailIO2	Q2.7	Boolean	100	None	
FailFlow2	Q2.6	Boolean	100	None	
FailIO2	Q2.5	Boolean	100	None	
FailIO2	Q2.4	Boolean	100	None	
FailFlow2	Q2.3	Boolean	100	None	
FailIO1	Q2.2	Boolean	100	None	
AlarmReset	M0.0	Boolean	100	None	
PARO	M0.0	Boolean	100	None	
RemoteControl	M2.4	Boolean	100	None	
Alarms	D810.D8131.0	Boolean	100	None	
HeatingFault	D899.D8125.1	Boolean	100	None	
LevelMaxMax	D899.D8122.3	Boolean	100	None	
LevelMax	D899.D8122.2	Boolean	100	None	
LevelMin	D899.D8122.1	Boolean	100	None	
LevelMinMin	D899.D8122.0	Boolean	100	None	
TempMax	D899.D8120.1	Boolean	100	None	
TempMin	D899.D8120.0	Boolean	100	None	
PressMin	D899.D8119.0	Boolean	100	None	
Pump2Fail	D899.D8116.1	Boolean	100	None	
Pump2Fail	D899.D8116.0	Boolean	100	None	
Pump2Active	D899.D8100.2	Boolean	100	None	
Pump2Active	D899.D8088.2	Boolean	100	None	
Pump2OperationTime	D899.D8094	Short	100	None	
Pump2OperationTime	D899.D8082	Short	100	None	
SystemActiv	D850.D8136.1	Boolean	100	None	
SystemFail	D850.D8127.2	Boolean	100	None	
Ready	D850.D8127.0	Boolean	100	None	
LubricationOnOff	D850.D8124.0	Boolean	100	None	
UnitOnOff	D850.D8122.0	Boolean	100	None	

Imagen 65. Variables a utilizar en HMI

4.4.4- Creación de “Alias”.

Una vez teniendo ya todas las variables que vamos a utilizar, procedemos a crear ahora un “Alias”. Este alias se utiliza para que el programa en el que generaremos el HMI sea capaz de reconocer los tags que acabamos de introducir. El programa que se utilizará para la creación del HMI será el programa INTOUCH WONDERWARE.

Entonces, para poder crear el alias, deberemos irnos a la parte que dice “Aliasas” en KEPServerEx.

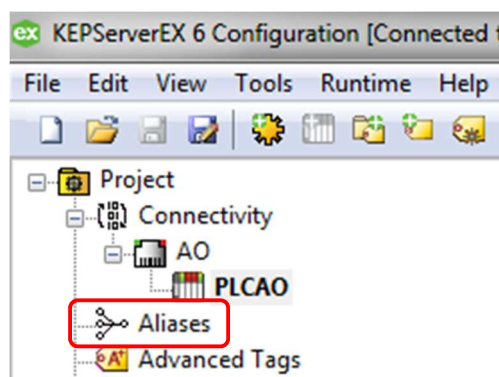


Imagen 66. Ubicación de apartado Alias

Una vez dentro, nos aparecerá la opción para crear un alias, presionamos en esa opción y nos saldrá una ventana emergente preguntando los datos del alias, el cual es el nombre y a donde estará mapeado este alias.

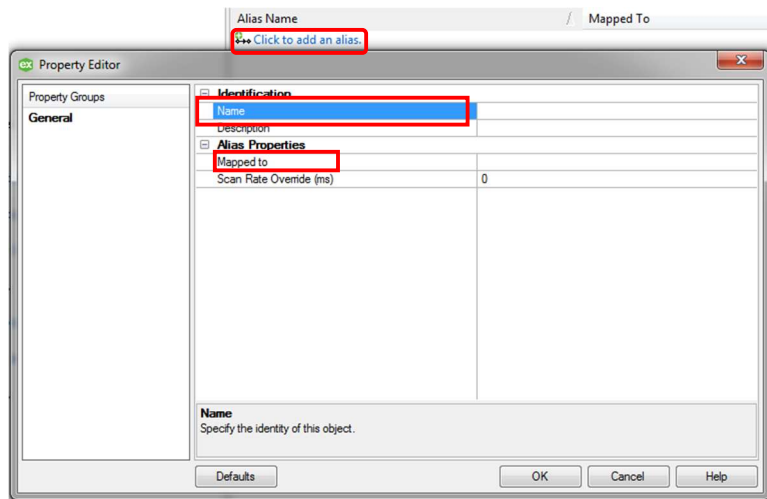


Imagen 67. Dada de alta de Alias

Le pondremos el nombre que nos guste, en este caso le pondremos AOPLC y para mapear, nos aparecerá un botón en la parte derecha de la casilla del mapeo en la cual podremos seleccionar el dispositivo al que mapearemos y después de seleccionarlo, presionamos OK.

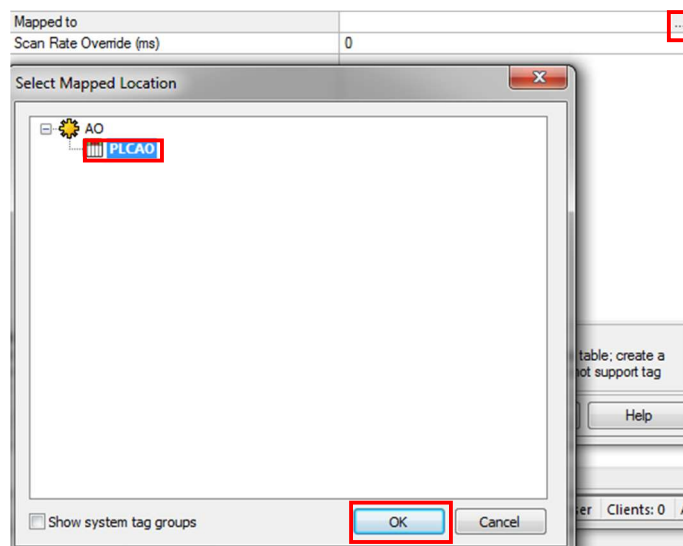


Imagen 68. Mapeo del alias

Una vez demos en OK, nuestro alias se habrá creado con éxito y hemos terminado la introducción de nuestras variables en el servidor OP.

Ahora antes de pasar a la creación del HMI, es importante saber que nuestro servidor en verdad está teniendo comunicación con el PLC. Para ellos es necesario lanzar el cliente, que sería como poner a correr el servidor. Para ello, en la parte superior de KEPServerEX, en la barra de herramientas, presionaremos el ultimo

icono que esta de izquierda a derecha, el cual dice “Quick client”. Esto nos abrirá una ventana con los datos que acabamos de crear.

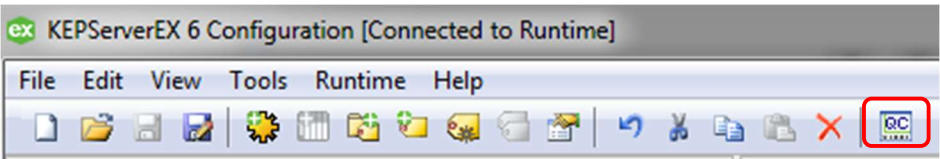


Imagen 69. Ubicación del botón para lanzar el servidor

Para saber si en verdad nuestros datos están comunicando, esta ventana nos mostrara el estado de las variables, si es bueno o malo, así como su valor actual.

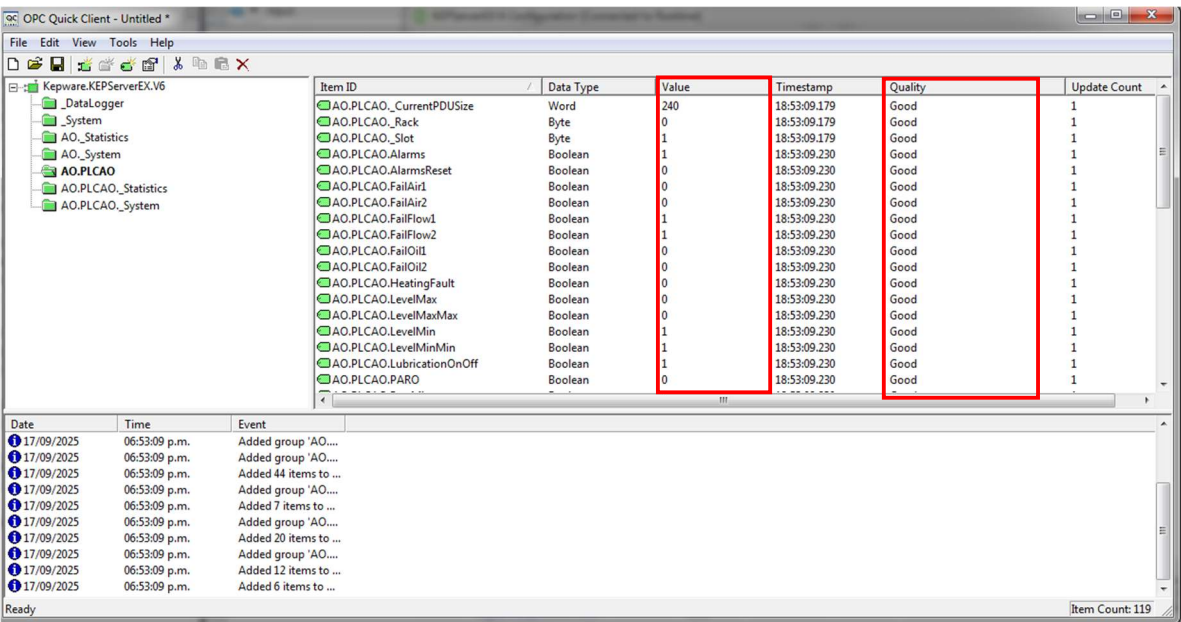


Imagen 70. Estado de las variables en el servidor

Como se ve en la imagen anterior, tenemos el valor actual con la que cuenta la variable, en este caso la mayoría son de tipo bool, entonces vemos 1 y 0. Mientras que también podemos observar el estado de la variable, el cual todas nos marca con “good” ósea que tenemos una buena comunicación con la variable.

4.5- Creación de HMI y comunicación con el servidor OPC.

4.5.1- Creación del proyecto HMI

Una vez tengamos listo el servidor OPC, procedemos a abrir el programa Intouch, y una vez abierto nos encontraremos con la siguiente ventana. En la cual nos muestra los proyectos que se hayan realizado y los ejemplos de prueba.

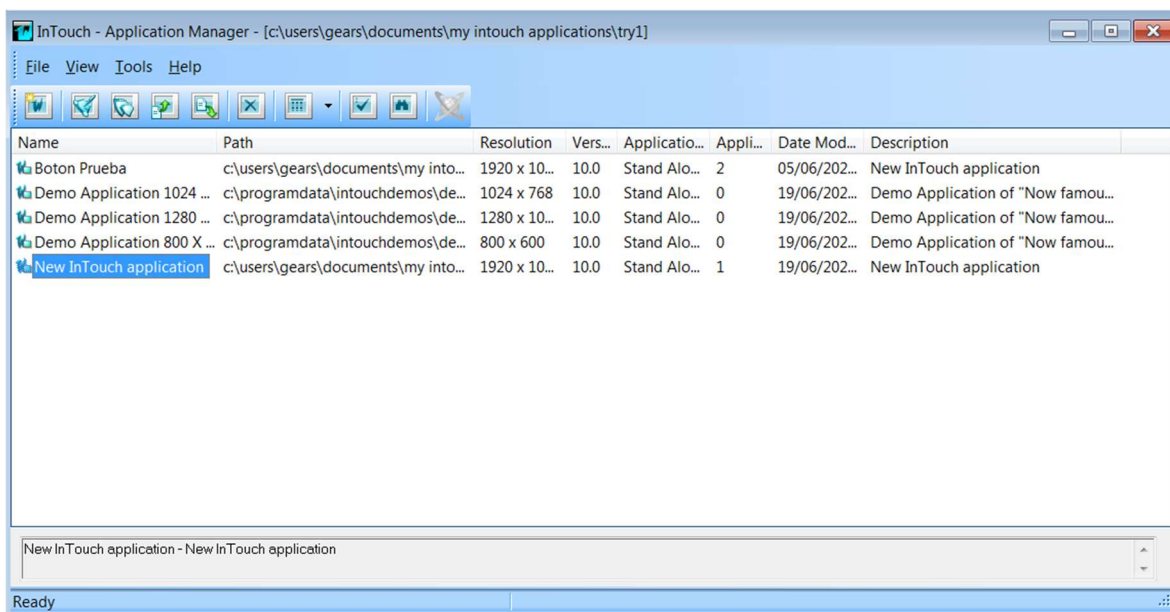


Imagen 71. Interfaz Intouch

Como lo que queremos es crear un proyecto nuevo desde cero, deberemos dirigirnos al icono que habla sobre la creación de un nuevo HMI con "New". Así que lo presionamos para abrir el creador de proyectos.



Imagen 72. Icono de creación de proyecto

Una vez presionado, este nos pedirá que escojamos la ruta en la que queremos guardar el proyecto, dejase por defecto la ruta que nos da.

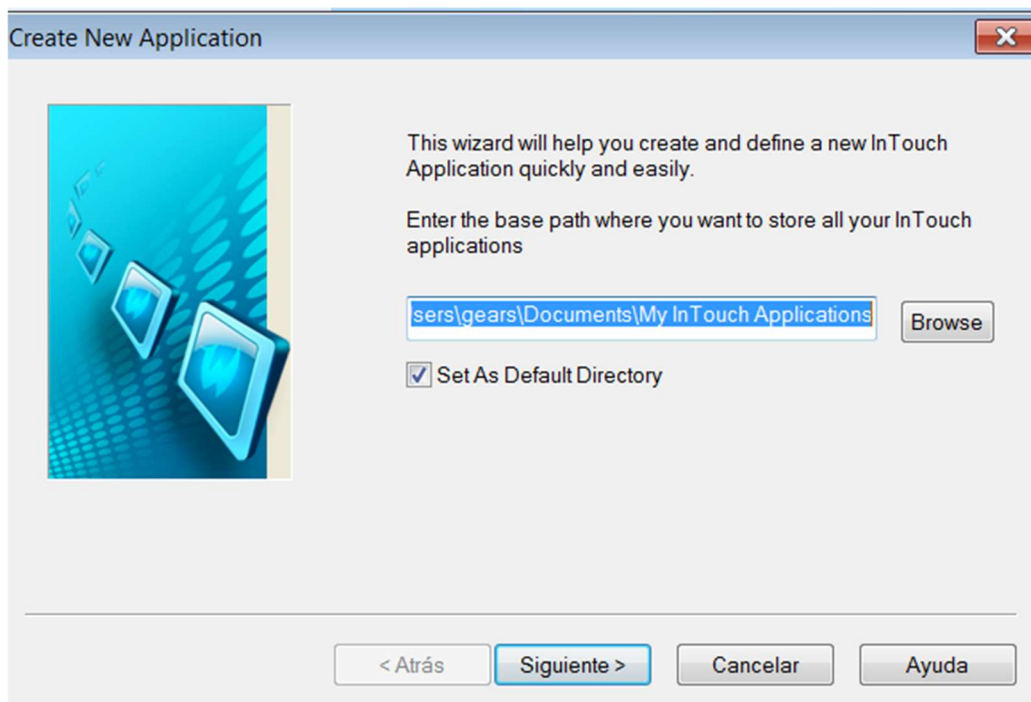


Imagen 73. Ubicación de nuevo proyecto

Después nos pedirá un nombre de directorio para que se cree el proyecto. En este caso le pondremos “ProyectNew”.

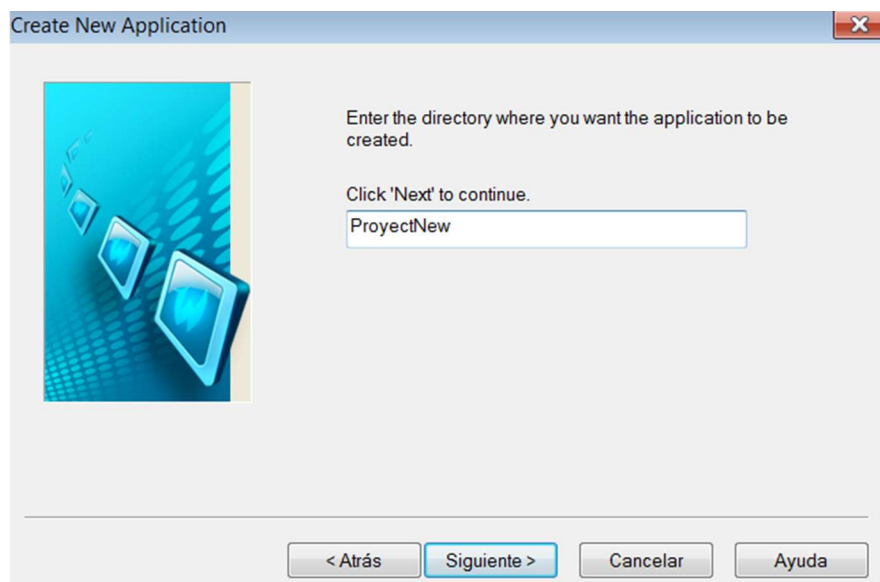


Imagen 74. Nombre de directorio

Después nos pedirá el nombre y una descripción, si es que se la queremos colocar. En este caso le pondremos “PLC_AO” como nombre. Al finalizar veremos como ya

se abra creado el proyecto y una vez teniendo esto, ahora si nos vamos al icono de “Windows maker” para abrir el editor de ventanas.

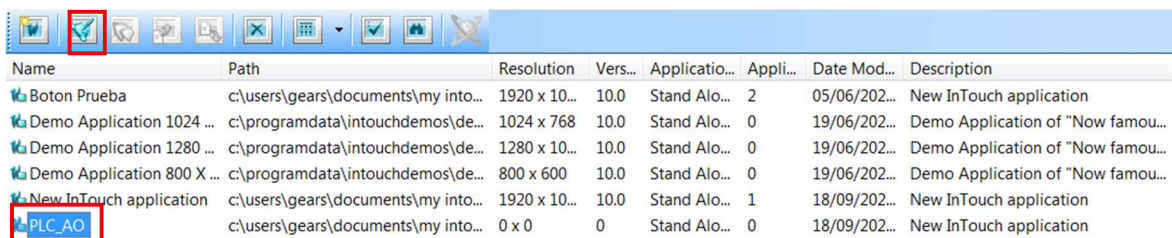


Imagen 75. Proyecto creado y lanzar editor

Una vez dentro, nos arrojará a una nueva ventana, en la cual ya tendremos a nuestra disposición todas las herramientas de creación de HMI.

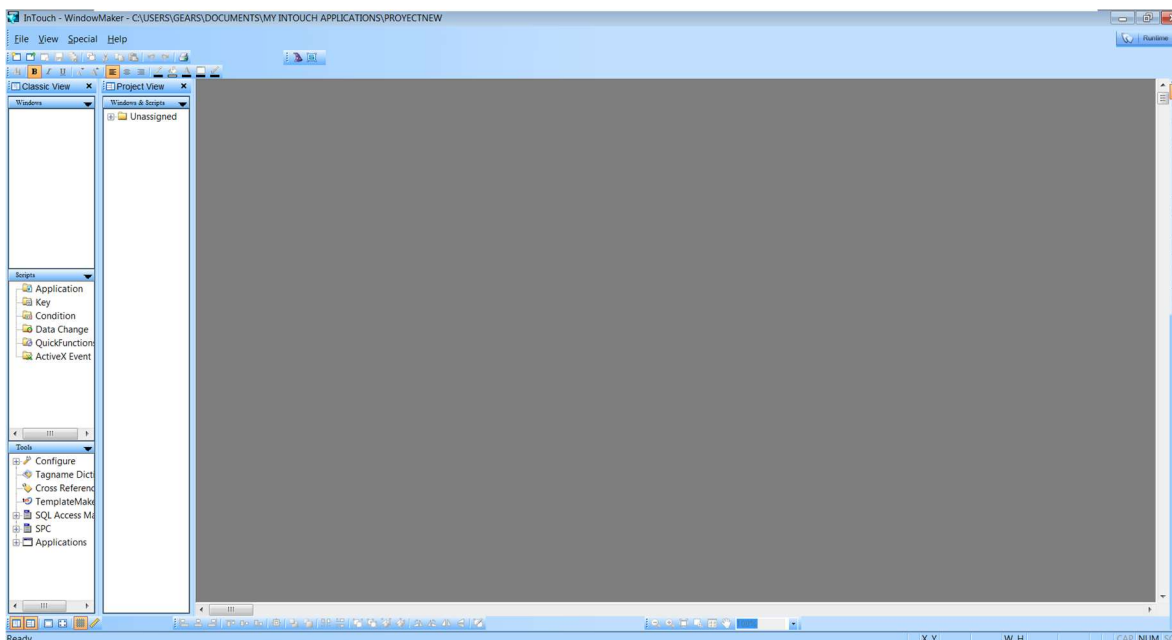


Imagen 76. Editor de HMI

4.5.2- Comunicación con el OPC Server

Una vez dentro. Lo primero que deberemos hacer es vincular el alias que creamos en KEPServerEX con Intouch, para ello deberemos irnos a la opción que dice “Special” y presionar en la opción de “Access names”.

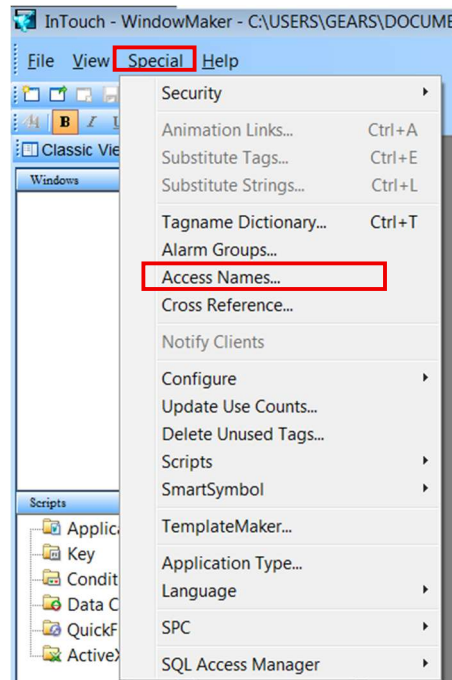


Imagen 77. Ubicación de opción de alias

Una vez dentro, nos mostrara una ventana en la cual deberemos de añadir nuestro alias creado anteriormente, para ello deberemos presionar en “Add”.

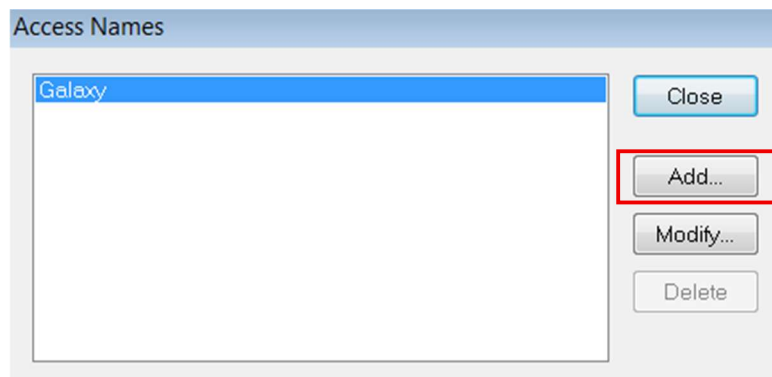


Imagen 78. Añadir el alias

Una vez presionado add, nos mostrará una ventana, de la cual nos pedirá unos datos, el primero es el nombre con el cual identificaremos nuestro alias dentro de intouch, le pondremos AO, en “node name” podemos dejarlo vacío, después el “application name” deberemos de tomarlo del KEPServerEX, para ello deberemos dirigirnos al apartado del proyecto inicial en KEPServerEX y dar doble clic sobre él, mostrándonos la siguiente ventana.

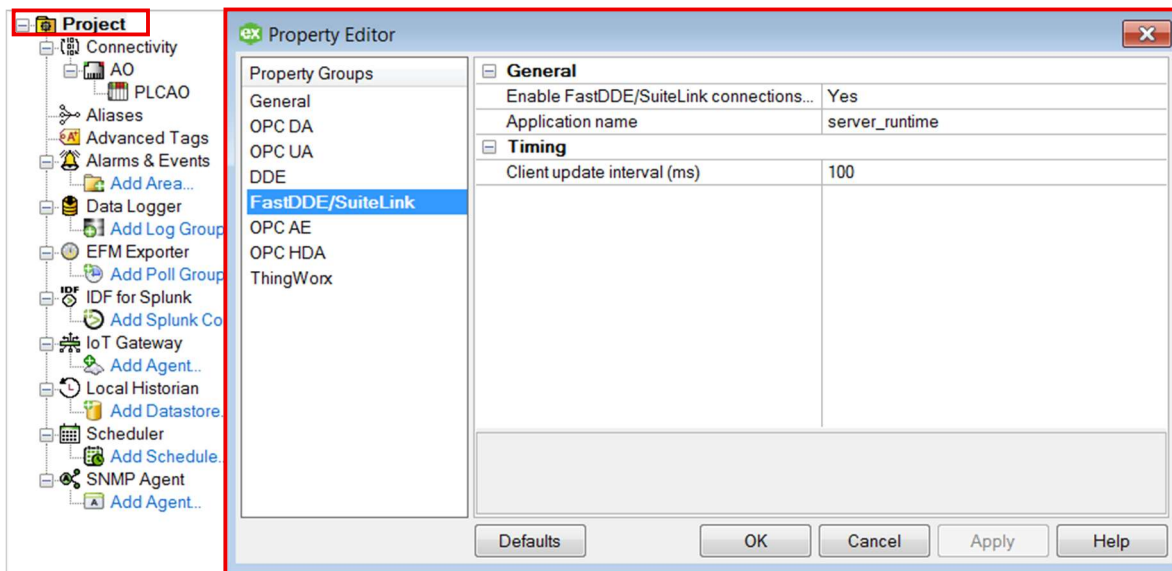


Imagen 79. Propiedades del proyecto

Dentro de esta ventana, deberemos de presionar en la opción de “FastDDE/SuiteLink” y ahí veremos el “Application name” que estamos buscando. Lo copiamos y lo pegamos en Intouch.

Después la siguiente casilla nos pide el “Topic name” el cual debe ser el mismo que tiene el alias en KEPServerEX, entonces nos dirigimos a alias y copiamos el nombre que le pusimos, el cual fue AOPLC. Ya para terminar la siguiente opción nos pregunta el protocolo que estamos utilizando para comunicarnos, que en este caso es el SuiteLink, así que lo dejamos como esta, así como igual dejamos con esta la última opción. Nos deberá de quedar de la siguiente manera.

Imagen 80. Datos del alias en Intouch

Para finalizar presionamos en OK y ya tendríamos listo nuestra comunicación entre Intouch y KEPServerEX.

4.5.3- Diseño de HMI

Ahora seguiremos con el diseño del HMI. Como primer paso, deberemos de crear una nueva ventana sobre la que vamos a trabajar. Para ello deberemos dar clic derecho en el apartado de “Project view” y seleccionar “New window”.

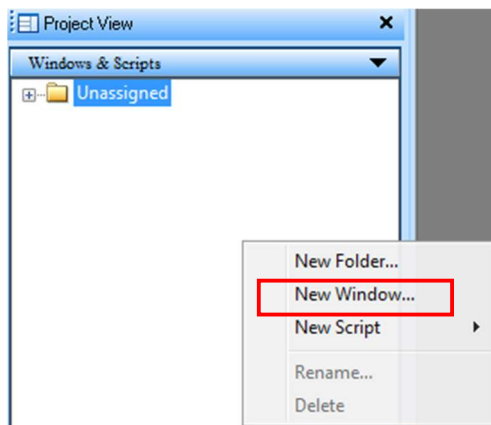


Imagen 81. Creación de ventana

Esta opción nos abrirá una ventana preguntando las características de nuestra ventana. En este caso pondremos el nombre que será “Main” y el color lo dejamos por default en gris y ajustamos al tamaño de la pantalla que queremos, lo dejaremos como se muestra en la siguiente imagen.

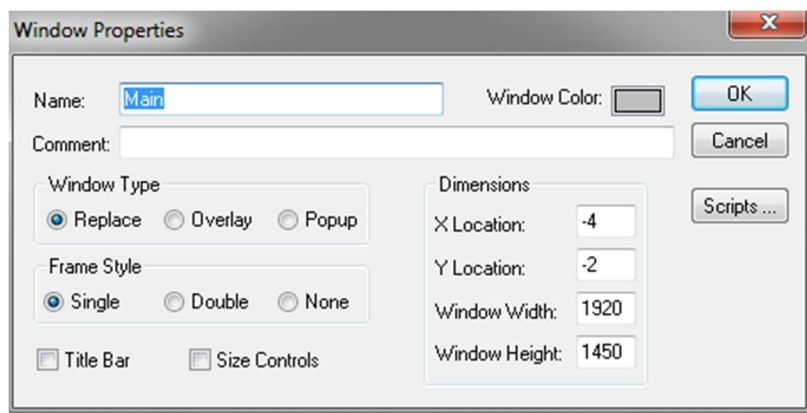


Imagen 82. Datos de la ventana

El ancho de la pantalla no es completo, se dejará libre un espacio para un futuro proyecto de control de luminaria.

Ahora ya con el tamaño de pantalla deseado, procedemos a colocar los elementos necesarios. Primero realizaremos un encabezado que contendrá el logo de la empresa y del fabricante de la central AO. Debemos de realizar una división y por diseño, colocaremos un cuadro blanco que dividirá el encabezado.

Para ello deberemos de apoyarnos de la barra de herramientas que se encuentra del lado derecho y seleccionar el objeto rectangular.



Imagen 83. Herramienta de recuadro

Lo seleccionamos y lo delimitamos al gusto propio, o pondremos en todo lo ancho y de alto un tamaño considerable para colocar nuestros logos.

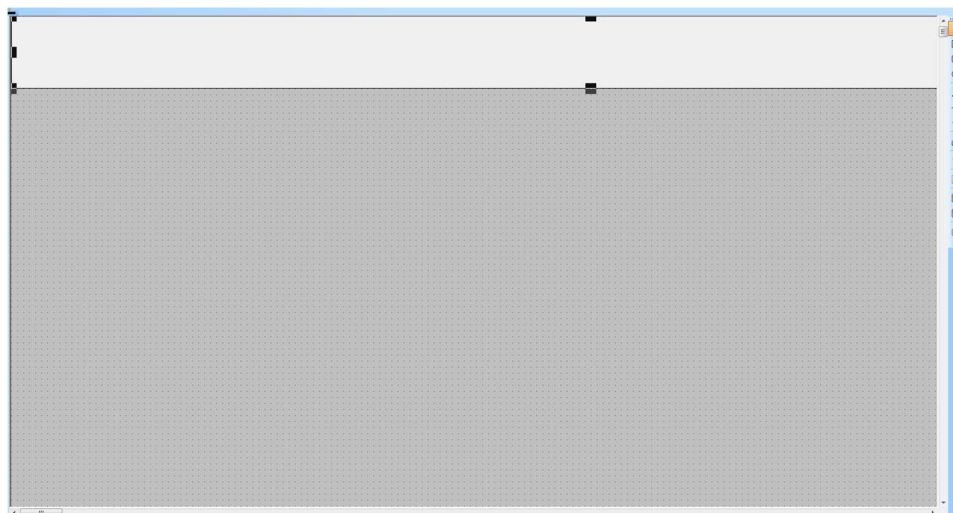


Imagen 84. Colocación del recuadro

Ahora para poder poner los logos, necesitamos colocar un cuadro con entradas de imagen, el cual lo encontramos del mismo lado derecho, así que lo seleccionamos y definimos el espacio en el que lo queremos, empezaremos con el logo del fabricante de la central AO.



Imagen 85. Herramienta para imágenes

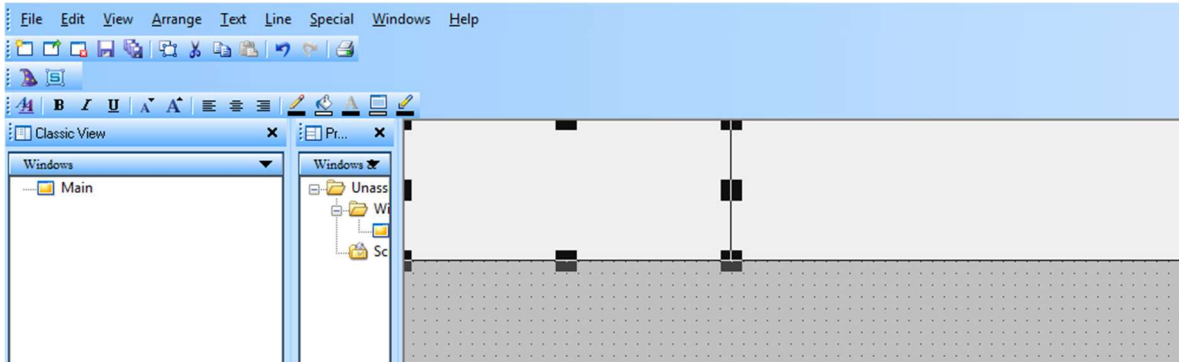


Imagen 86. Colocación del recuadro de imagen

Una vez colocado el rectángulo, le damos clic derecho y seleccionamos importar imagen.

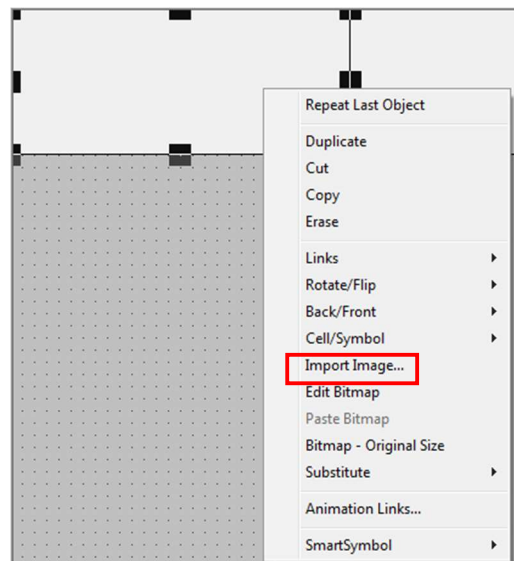


Imagen 87. Importar imagen

Después ya solo seleccionamos la imagen que queremos utilizar y aceptamos. Es importante que la imagen sea en formato JPG, ya que es el único tipo de archivo de imagen que lee el programa.

Una vez seleccionada, nos debe de quedar de la siguiente manera.



Imagen 88. Imagen importada

Ahora solo repetimos el proceso con la imagen de la empresa.

Después de colocar nuestros logos, ahora le pondremos un nombre en el centro para el nombre del HMI. El cual será “Central Aire Aceite del DSD”. Para ello debemos de apoyarnos igual de nuestras herramientas del lado derecho, seleccionando el logo de letras y dando clic sobre el espacio donde quedemos escribir, y entonces escribimos el texto. Quedando de la siguiente manera.



Imagen 89. Colocación de texto

Ahora, una vez teniendo el encabezado listo, procederemos a empezar a colocar nuestros indicadores con las señales que ya tenemos en el servidor OPC. Primero empezaremos con los datos generales como el paro de emergencia, estado de la máquina, etc. Para ello nos vamos a la herramienta “Wizard”, con la cual podemos ingresar cualquier tipo de elemento de proceso, como lo son botones, lámparas, graficas, etc.



Imagen 90. Herramienta Wizard

Como empezaremos con los indicadores de paro de emergencia y demás, colocaremos lámparas indicadoras de estado. Entonces presionamos nuestra herramienta wizard y buscamos en “lights” la que más nos agrade.

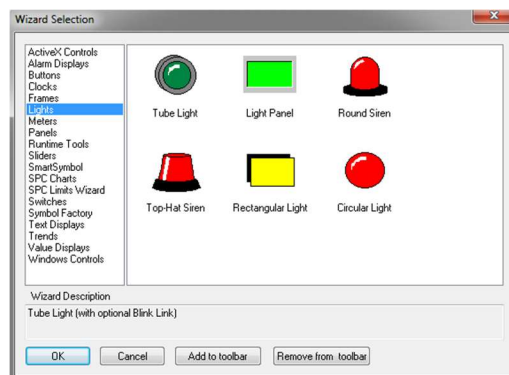


Imagen 91. Tipo de indicadores

Una vez seleccionada, ahora solo presionamos donde queremos nuestro indicador, le damos el tamaño que más nos agrada y después procedemos a enlazar ese indicador con alguna de nuestras señales ingresadas al servidor.

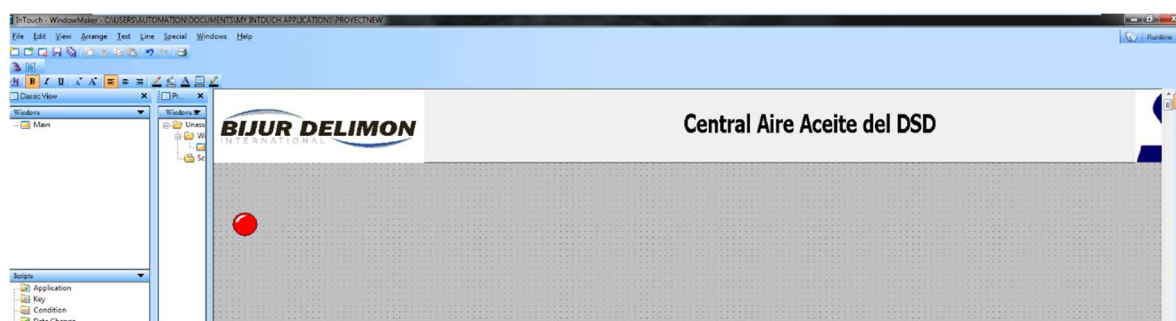


Imagen 92. Indicador colocado

Ahora para darle las propiedades y enlazarlo, debemos dar doble clic en el indicador y llenar los datos que pide.

En el primer apartado que dice "Expression" debe ir el nombre que le pusimos a la señal en KEPServerEX, en este caso colocaremos el paro de emergencia, entonces le pondremos PARO. En la asignación de colores, queremos que cuando no este activo, el indicador este en verde, para saber que esta ok, y pondremos en rojo cuando este activo, dando a entender que esta no ok.

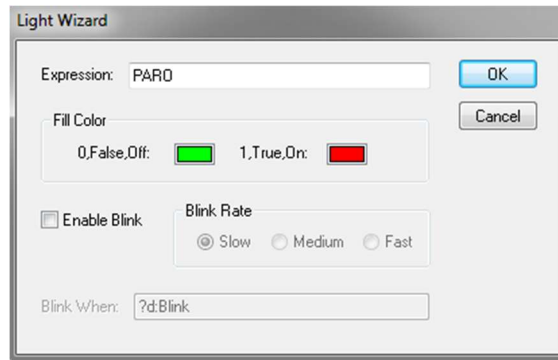


Imagen 93. Propiedades del indicador

Una vez que le demos OK, el programa nos dirá que no tiene definida la variable PARO, y que, si deseamos definirla, le decimos que sí y nos abrirá una ventana en la que enlazaremos esta variable al KEPServerEX con el alias que creamos anteriormente.

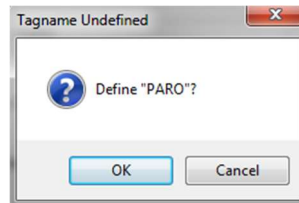


Imagen 94. Definición de tag

Una vez en la ventana de definición de variable, el nombre ya lo tendrá a como lo pusimos, lo que nos falta llevar es el tipo de dato que es, en este caso es un bool de entrada externa, ya que es de comunicación y no una variable creada en el mismo intouch, pondremos a que alias esta enlazado y le pediremos que use el mismo nombre para su identificación. Quedando de la siguiente manera.

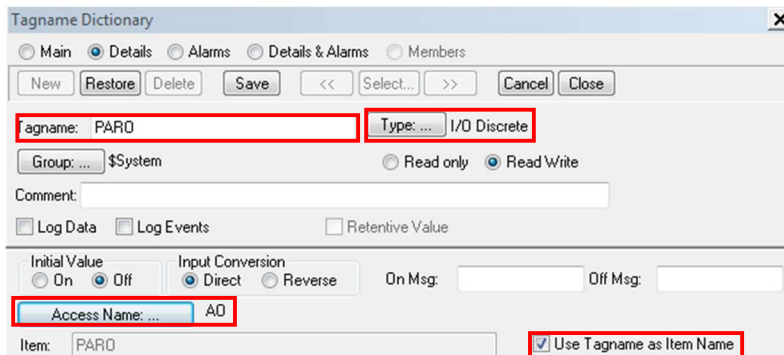


Imagen 95. Propiedades del tag

Una vez terminado, daremos en Save y close. Con esto ya estaría definido nuestro Tag y ya estaría enlazado con el servidor OPC. Ahora le pondremos un nombre a

un lado del indicador para que los operadores sepan de que se trata dicho indicador.

Agregamos nuestra primera tanda de indicadores, quedando de la siguiente manera.

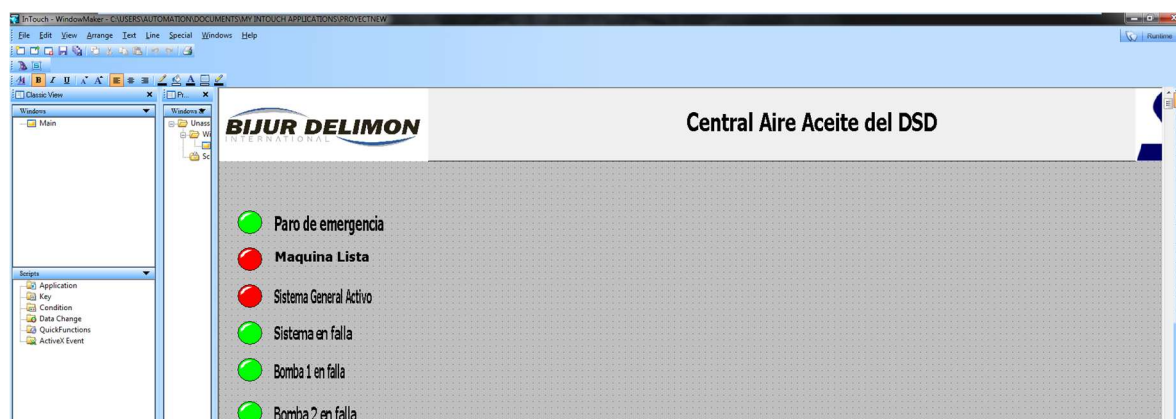


Imagen 96. Primeros indicadores colocados

Una forma de comprobar que nuestras señales están bien comunicadas en intouch, es corriendo el HMI, así como se encuentra en este estado, para ello deberemos presionar en “Runtime” que está en la esquina superior derecha, con esto, nos deberán de cambiar de estado algunas señales a como este en este momento el PLC. Y se verá de la siguiente forma.

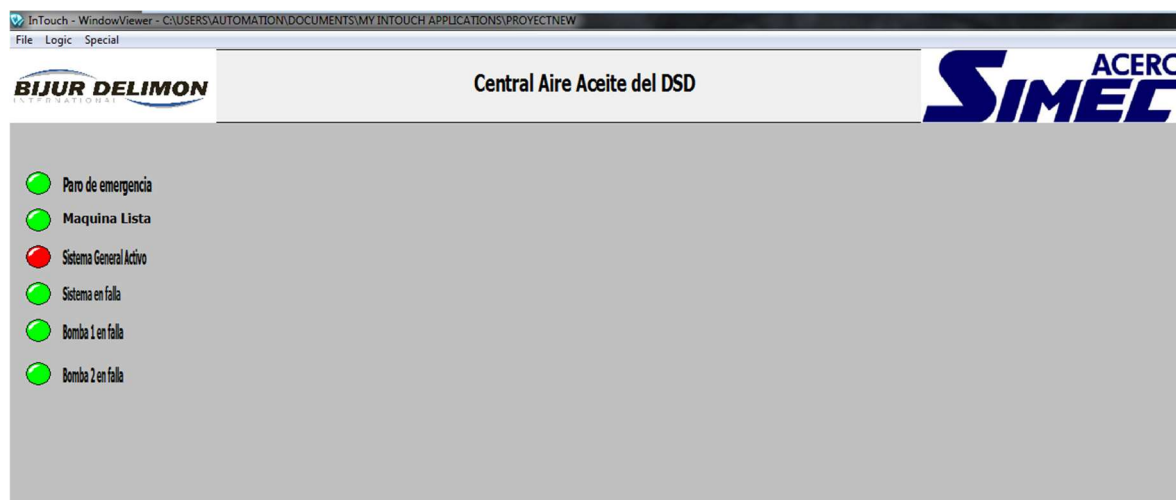


Imagen 97. Vista preliminar del HMI

Así es la vista previa de nuestro proyecto y vemos que el estado de maquina lista nos cambió a verde porque si esta lista para trabajar. Entonces nuestra HMI es funcional en esta forma preliminar.

Ahora pondremos unos botones para cambiar el modo de mando de local o remoto, mando de encender y apagar la unidad y encender y apagar la lubricación. Para ello nos deberemos ir al wizard nuevamente y ahora ir al apartado de “Buttons” y seleccionar el que más nos agrade.

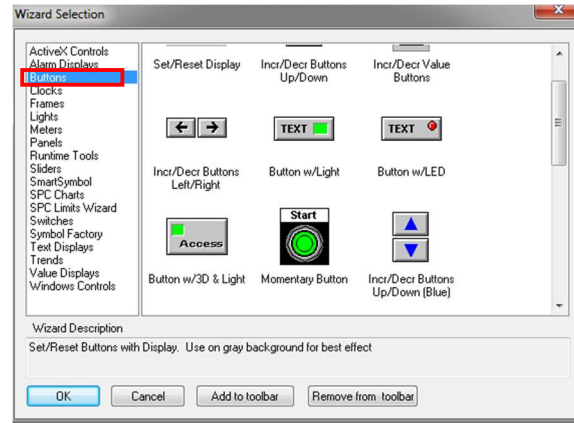


Imagen 98. Tipos de botones

Después de ponerlo hay que declarar el Tag de la misma manera en la que se declararon los indicadores, con la diferencia que aquí podemos editar como queremos que el botón actúe, si al presionar se quede presionado o si al presionar se regrese, en este caso queremos que al presionarlo se quede enclavado hasta que se vuelva a presionar. Entonces le dejaremos la característica “Toggle”. Quedando de la siguiente manera.

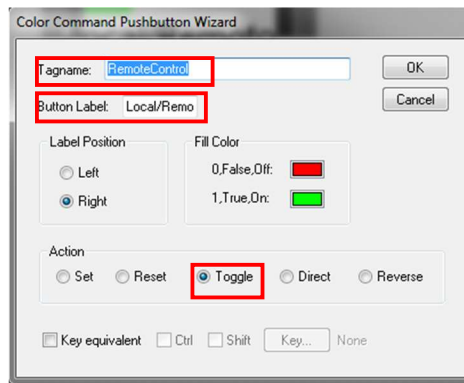


Imagen 99. Propiedades de botón

Al probarlo dando en runtime, podemos ver que este responde correctamente.

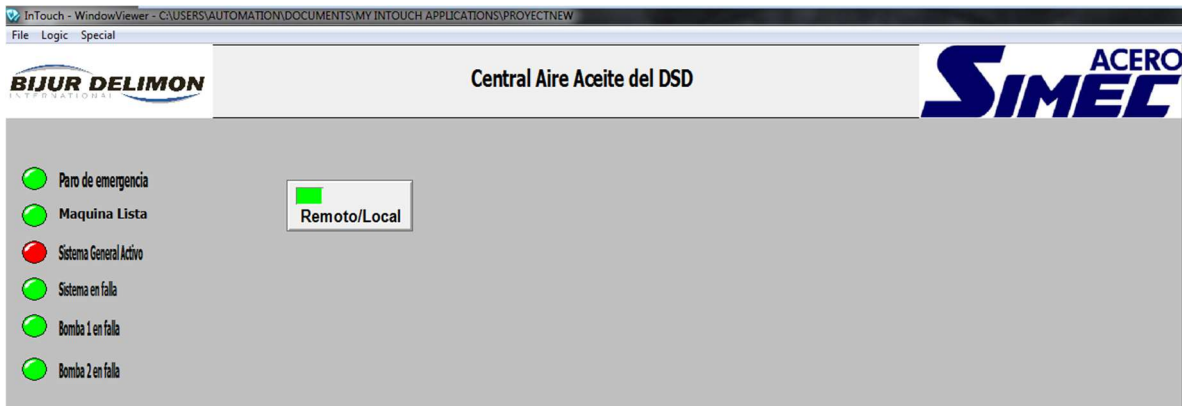


Imagen 100. Botón activado en HMI

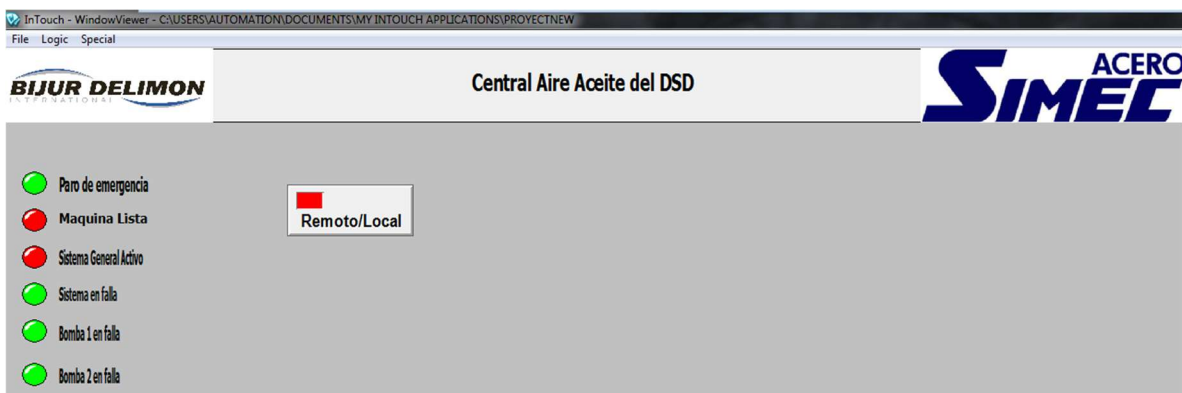


Imagen 101. Botón desactivado en HMI

Ahora ponemos nuestros otros 2 botones de control manual. Quedando de la siguiente manera.

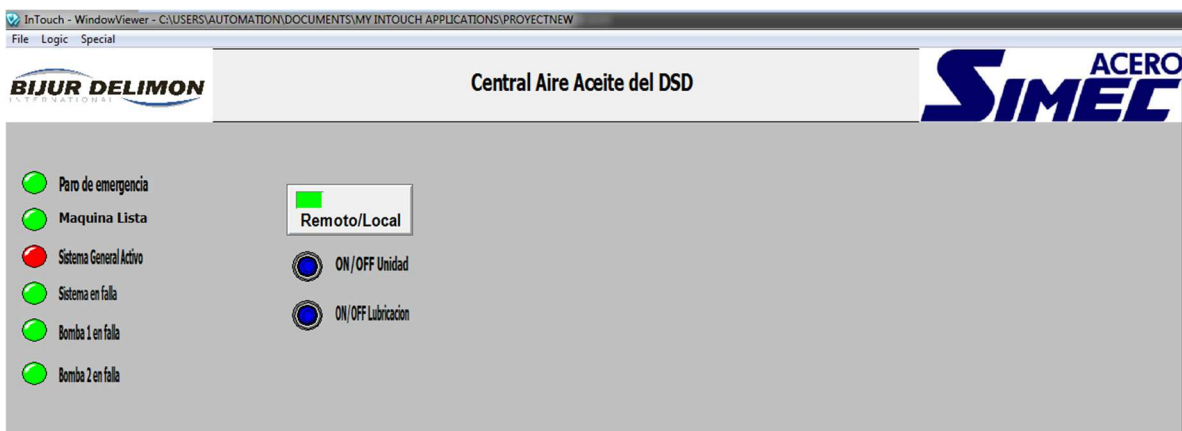


Imagen 102. Introducción de más botones

Ahora pondremos los indicadores de temperatura, presión y estado de las unidades 1 y 2. Quedando de la siguiente manera.

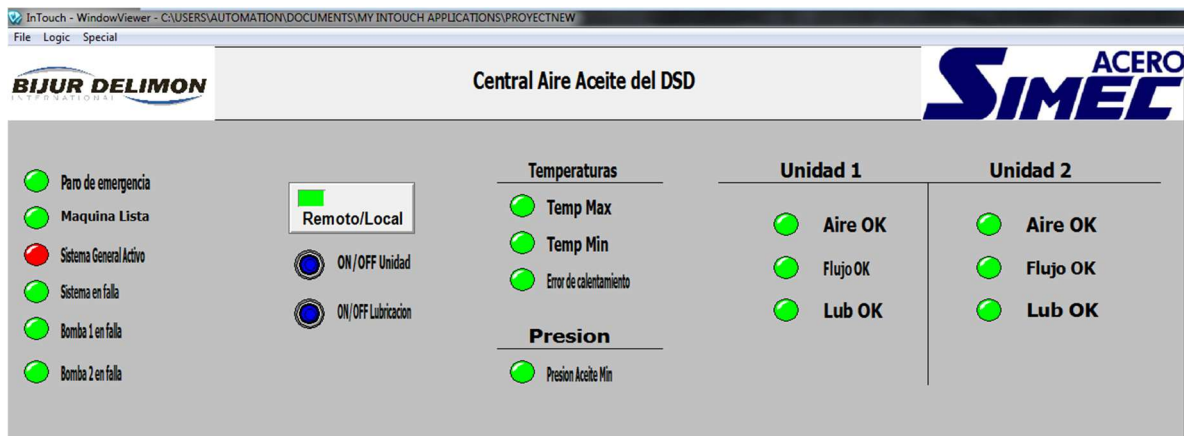


Imagen 103. Mayoría de señales a utilizar

Ahora pasaremos a diseñar un dibujo de la central para simular el nivel del aceite y el estado de las bombas, así como el ciclo de lubricación de cada gabinete. Primero definiremos el espacio donde estará toda la imagen de la central y sus bombas. Para ello nos apoyaremos del recuadro blanco con el que hicimos el encabezado. Definimos nuestro espacio a usar y después colocaremos nuestros símbolos de tanque, bombas, etc. Para poder colocar esos símbolos, en la herramienta wizard debemos seleccionar la opción de “Smart Factory”, esta herramienta nos pone a disposición varios símbolos que podemos utilizar.

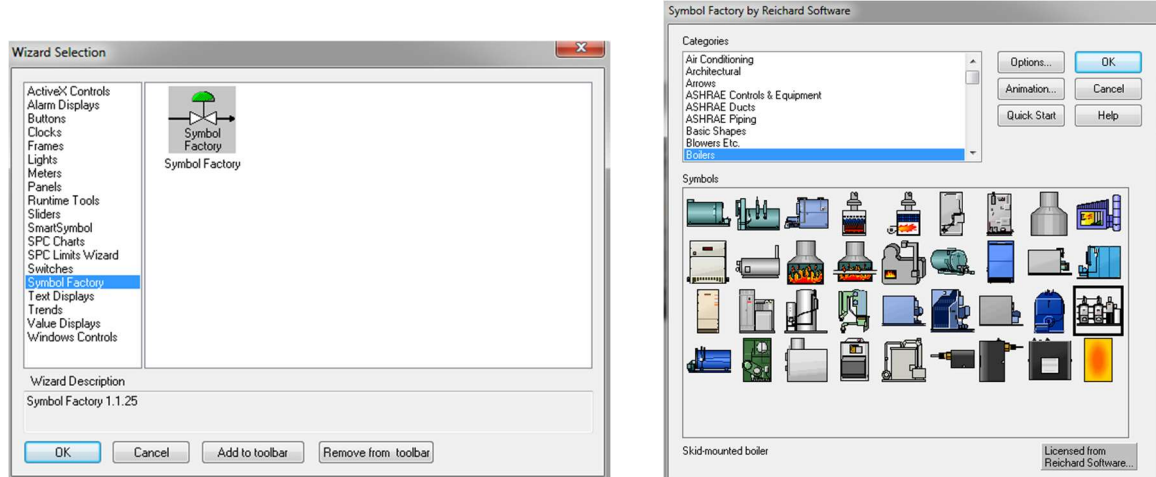


Imagen 104. Symbol factory

Uno de los elementos que se pondra en el tanque de la central para representar el nivel, sera unos rectangulos que cambiaran de color dependiendo el nivel. Para ello nos ayudaremos de los rectangulos que usamos para el encabezado y le daremos propiedades para que cambie dependiendo de las señales digitales del nivel. Primero colocamos el rectangulo donde lo querramos y despues le daremos doble clic, en el cual nos aparecera un recuadro para darle propiedades de todo tipo a este recuadro. Nos iremos a la casilla de “Fill color” la cual es para rellenar

todo el rectángulo de un color, y seleccionaremos el tipo de dato “Discrete”, ya que cambiara de color dependiendo el dato booleano del nivel.

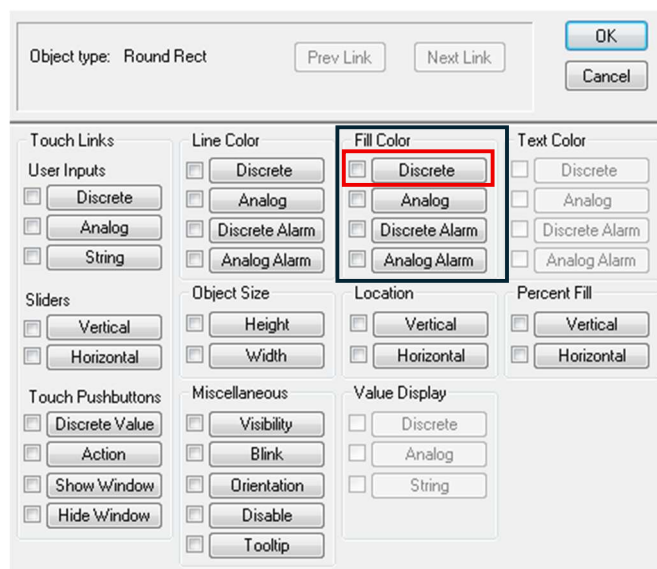


Imagen 105. Propiedades del recuadro

Una vez dentro, deberemos de decirle como es que queremos que cambie de nivel, por ejemplo para configurar el nivel maximo, pondremos nuestra variable y la igualaremos a 1. Esto hara que cuando nos llegue desde el PLC que el sensor de nivel maximo es verdadero, nos cambiara de color el rectángulo, tambien los colores los podemos definir de en que color queremos cada estado.



Imagen 106. Propiedades tipo Fill

De esta manera podemos ir escogiendo símbolos a utilizar y crear nuestra central. A gusto personal, la central y sus elementos quedaron de la siguiente manera.

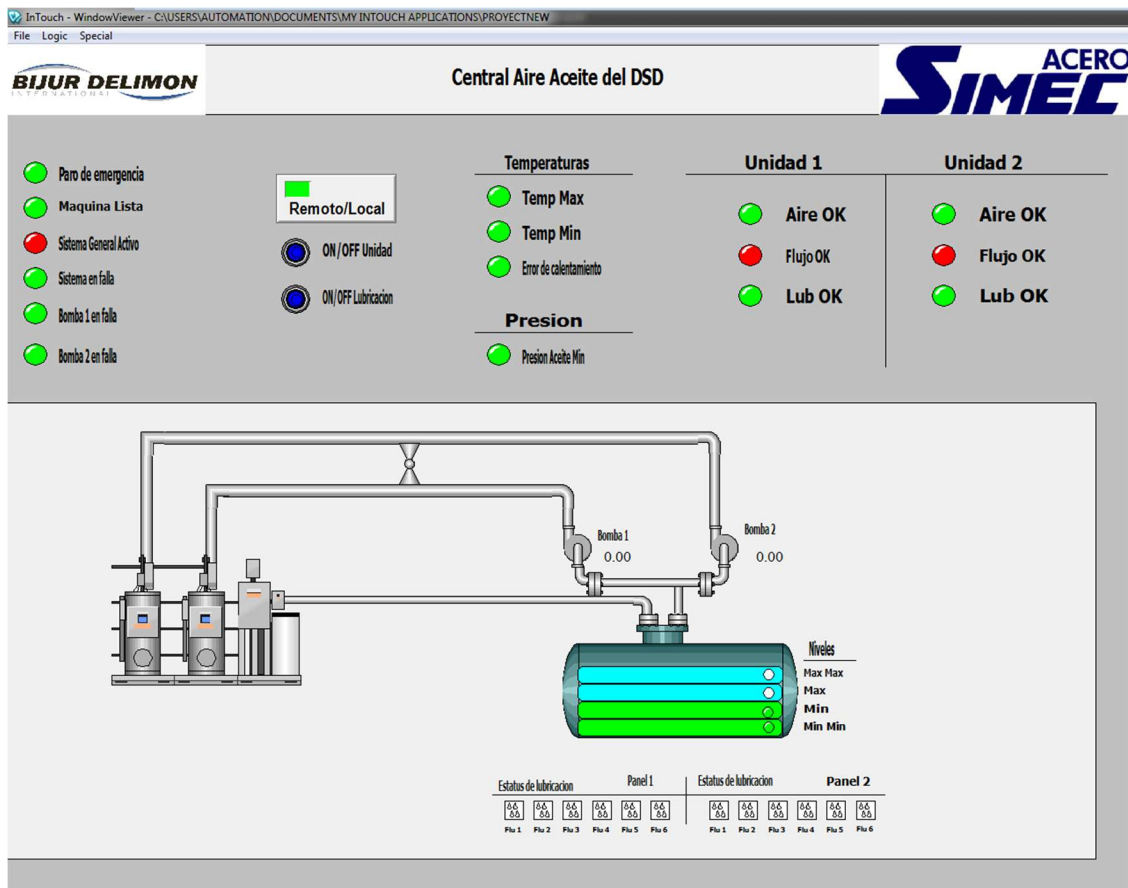


Imagen 107. Representación de central en HMI

Ahora pasaremos a poner el botón de reseteo de alarmas y el aviso de que hay alguna alarma activa. Para ello primero pondremos el aviso, en el cual vamos a delimitarle un área con el mismo recuadro que utilizamos para el encabezado, después utilizaremos el recuadro en el cual nos deja poner imágenes, para poder colocar la imagen de advertencia.

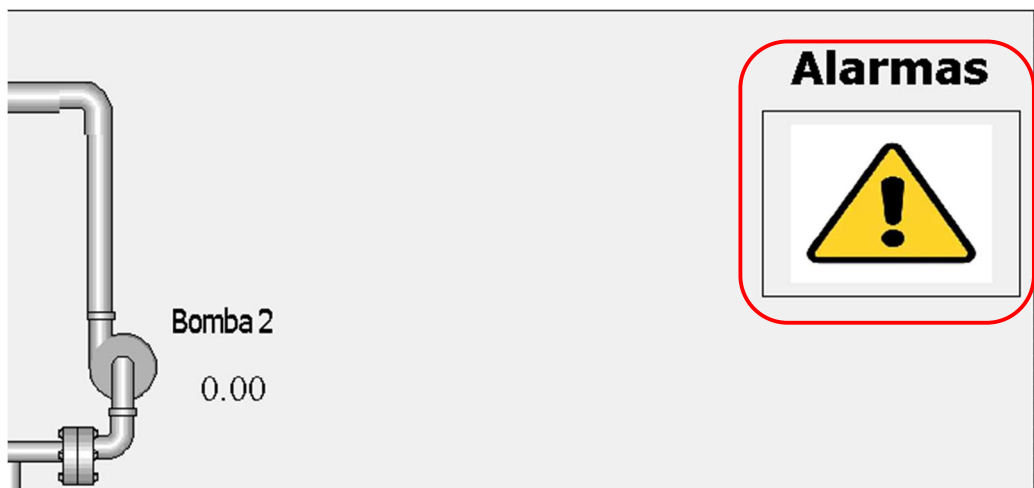


Imagen 108. Icono de alarmas

Ahora para que este recuadro solo aparezca cuando hay una advertencia, deberemos de darle propiedades a la imagen. Dando doble clic izquierdo, no abrirá un recuadro en el cual nos dirigiremos al apartado de “Miscellaneous” y escogeremos el de visibilidad. En este escogeremos con que señal queremos que el recuadro aparezca, entonces colocamos la variable de las alarmas y la igualamos a 1.

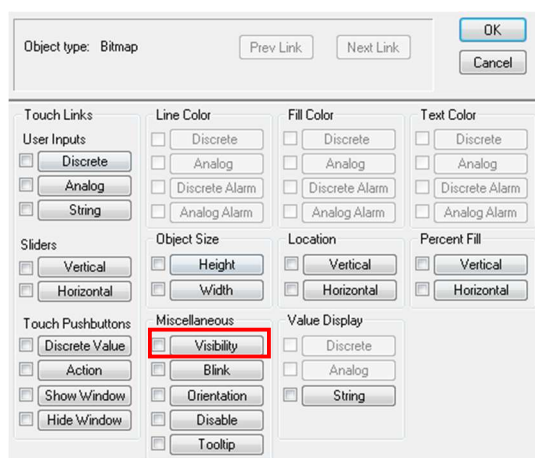


Imagen 109. Propiedades de alarma

Ahora también le pondremos una propiedad de parpadeo. Para que cuando aparezca también este parpadeando y sea más visible para los operadores. Para ello también deberemos de irnos al apartado de “Miscellaneous” pero ahora seleccionaremos el de “Blink”, en el cual también colocaremos la variable de alarmas igualado a 1, con esto. Cuando haya alguna alarma presente, el icono aparecerá y empezara a parpadear.

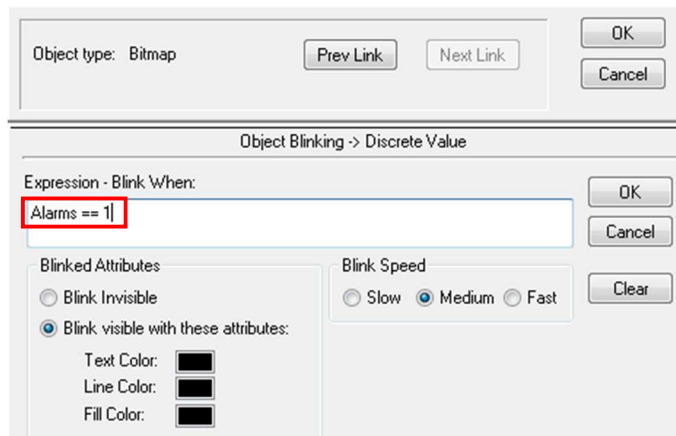


Imagen 110. Declaración de la forma en que aparecerá alarma

Una vez puesto esto, ahora colocaremos un botón el cual reseteara las alarmas. Para ellos nos dirigimos a la herramienta wizard y en la sección de botones y escogemos el que más nos guste.

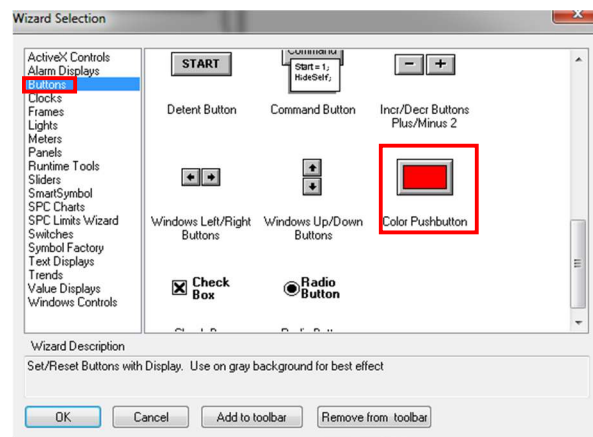


Imagen 111. Botón para el reset de alarmas

Una vez colocado el botón, le damos doble clic y le damos sus propiedades para que al presionarlo haga el reset de alarmas. Este botón debe de tener la propiedad de que, al presionarlo, solo se debe activar y desactivar después de soltarlo. Y debe de quedar de la siguiente manera.

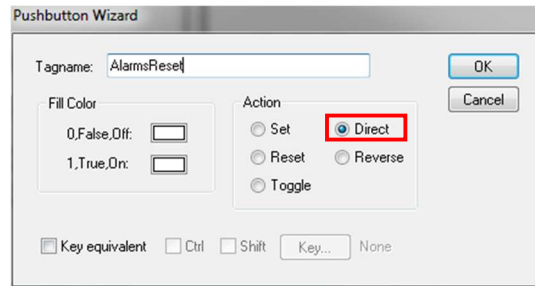


Imagen 112. Propiedades del botón

Con esto tendremos casi todo listo. Ahora colocaremos unas señales de reseteo, pero a las bombas, el cual aparecerá solo cuando la bomba se vaya a falla, ya que, si no se resetea la bomba, esta no podrá prender. Entonces colocaremos un botón, pero no con la herramienta wizard, ya que queremos que tenga la propiedad de desaparecer y aparecer. Para ello debemos colocar un recuadro como el del encabezado y darle la propiedad de botón. Para ello es necesario irse al apartado de "Touch pushbuttons" y colocarle la variable del reseteo de bombas.

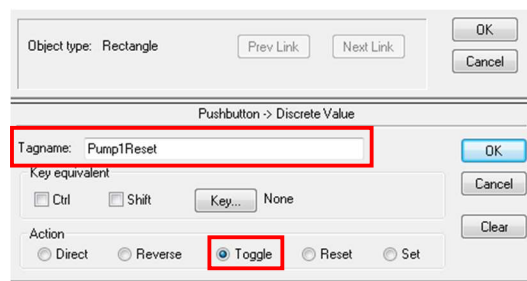


Imagen 113. Propiedad de botón de reset de bombas

Ahora para hacerlo aparecer y desaparecer dependiendo el estado de la bomba, nos vamos al apartado de "Miscellaneous" y seleccionamos el de visibilidad y también le colocamos la variable de la bomba en falla para que aparezca. Quedando de la siguiente manera.

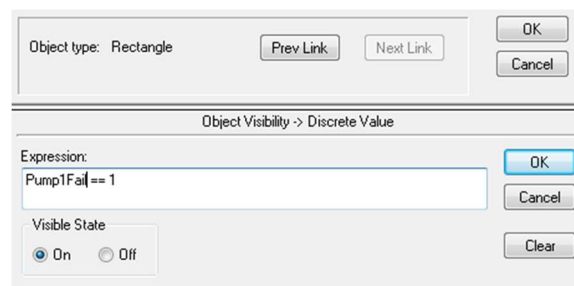


Imagen 114. Propiedad para aparecer botón de reset de bombas

Para terminar esta parte, le daremos igual un cambio de color al icono de las bombas para que estas se pongan de color rojo al estar en falla. Para ellos

realizamos la misma acción de darle doble clic a cada bomba y en “Fill color” le damos a la opción de discreto y seleccionamos la variable de bomba en falla. Quedando toda el HMI de la siguiente manera.

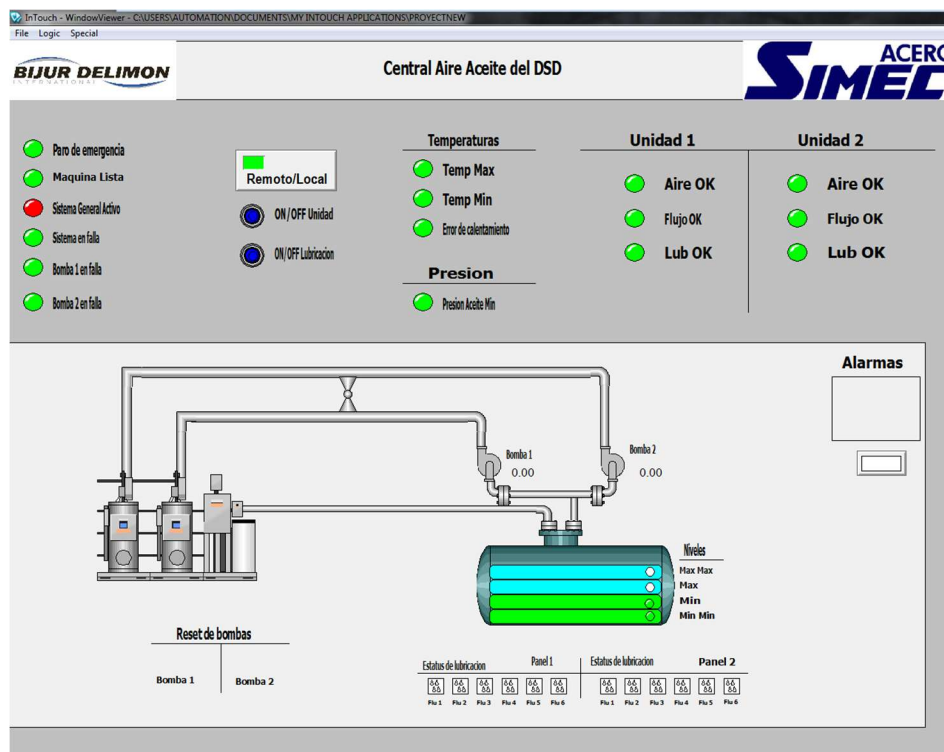


Imagen 115. Diseño de HMI casi completa

4.5.4- Añadido de tiempo restante antes de detener laminar en caso de falla de la unidad

Una vez terminada, se le mostro esta versión a personal de operación y les pareció un diseño eficiente y entendible, pero nos pidieron agregar un tiempo de paro cuando algo de la central falla, ya que cuando esta falla, el laminador se detiene por completo al instante, y esto ocasiona que el material que tengan en proceso se pierda y haya tiempos muertos. Para ello se nos pide que coloquemos un contador con un tiempo de 15 min, para que el laminador no se detenga y el HMI les avise cuanto tiempo restante les queda y puedan terminar de sacar su material.

Para ello se necesitará realizar una pequeña lógica que evite que el laminador se detenga. Esta lógica se realizará en el PLC25 ya que en este llega la pura comunicación si esta apagada o prendida la central y es más sencillo realizar aquí. Para lo que se tendrá que agregar este PLC a KEPServerEX y se agregaran las variables necesarias.

Primero nos enfocaremos en la lógica en PLC. Para ello nos dirigimos a un FC en que vayamos a trabajar, en este caso se escogió en FC1750 – AO DSD MAIN, en este FC encontramos la DB de que esta en funcionamiento la central.



Imagen 116. FC de estados en PLC_E25

Aquí se creó la siguiente lógica con un temporizador con los 15 min solicitados por operación, que al activarse nos activara una marca, la cual engañara al sistema que la central sigue encendida, dicha marca se desactivara pasados los 15 min y entonces ya apagara el laminador por la falla. Mientras tanto en este tiempo a operación ya le dará tiempo de sacar todo su material correctamente y no habrá tiempos muertos.

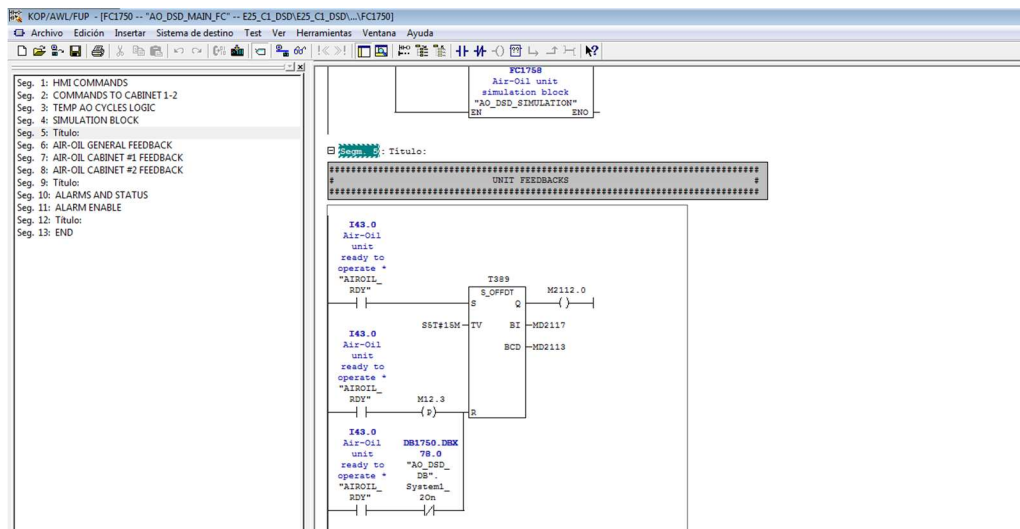


Imagen 117. Modificación de tiempo

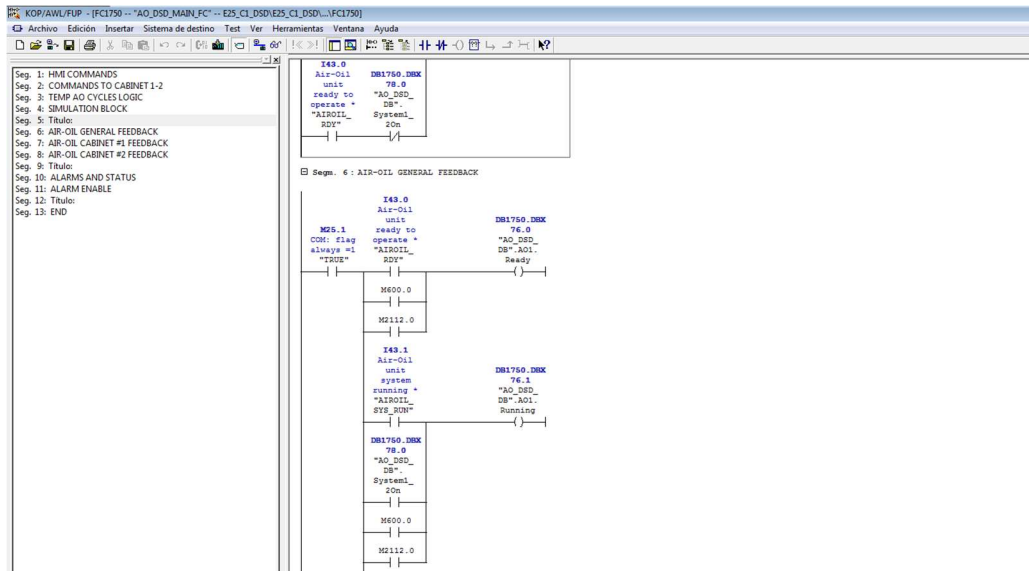


Imagen 118. Uso de los bits para evitar el paro del laminador

Una vez tenida la lógica, se procede a ingresar el PLC a KEPServerEX y a ingresar el tiempo que se utilizara y se creara el alias.

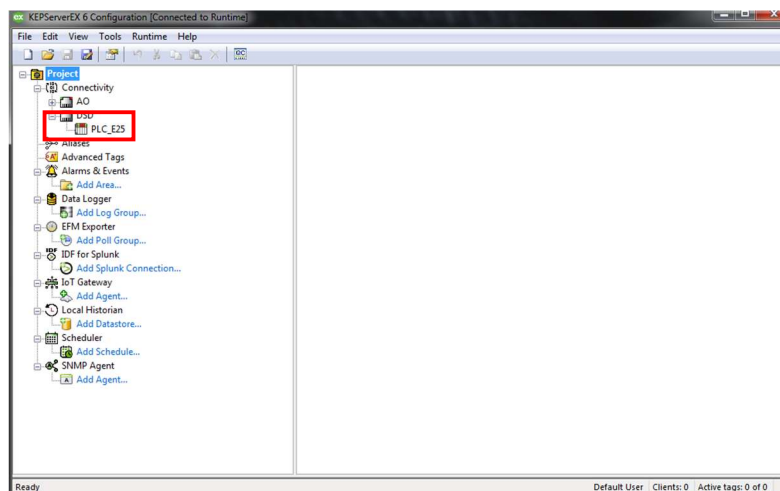


Imagen 119. Insertar PLC_E25 en KEPServerEX

Una vez teniendo ya estos datos, nos dirigimos a intouch y le asignamos un espacio encima del HMI para que aparezca el tiempo, le designaremos el espacio con el mismo rectángulo que usamos para el encabezado, y pondremos sobre el con texto una frece para que la vean los operadores y con la herramienta wizard colocaremos una entrada de texto en la cual le asignaremos el dato del tiempo, el cual quedaría de la siguiente manera para que sea interpretable para operación.

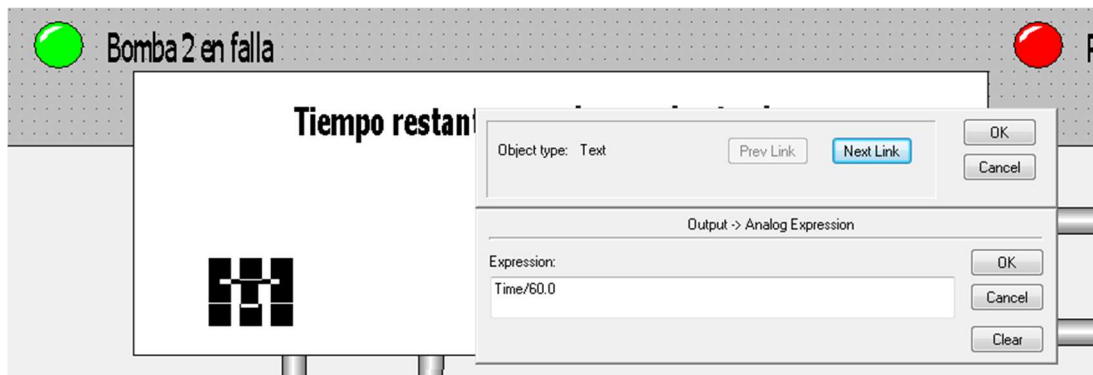


Imagen 120. Forma de declarar el tiempo restante para el paro del laminador

De la misma manera que hicimos con el señalamiento de las alarmas, le pondremos propiedades de aparecer solo en el caso que sea necesario.

Ahora si ya tendríamos lista el HMI, con la puerta abierta a realizar más mejoras que operación vaya pidiendo como este agregado de tiempo.

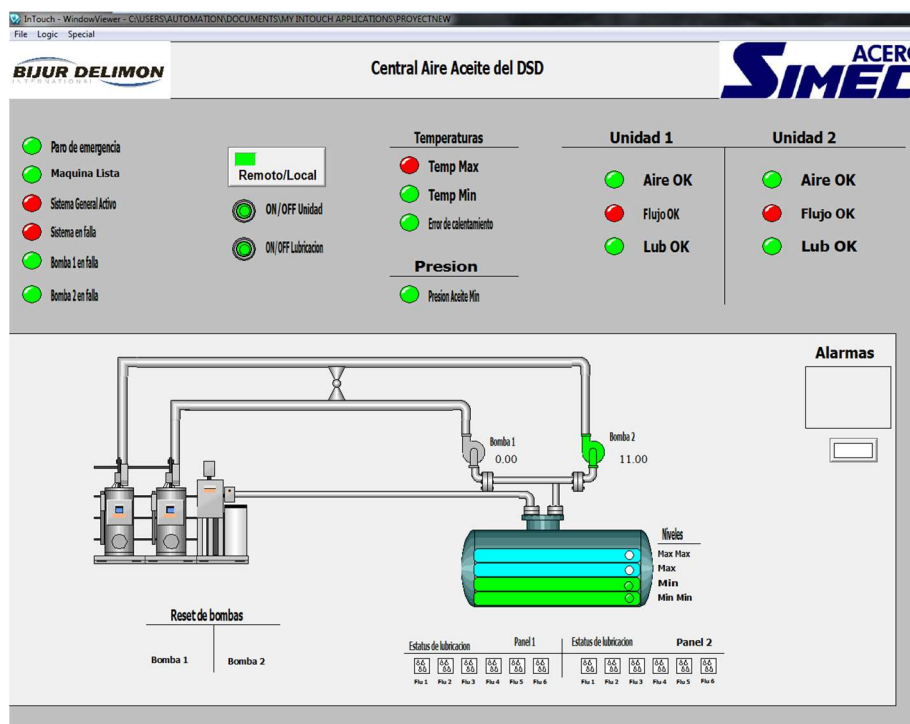


Imagen 121. Interfaz final de HMI

CAPITULO V.

Resultados y conclusión.

En este capítulo se mostrarán los resultados y la conclusión sobre el comportamiento del HMI y la interacción de los operadores con el mismo.

5.1- Resultados de la capacitación de operadores.

La introducción del HMI en el pulpito principal en un monitor que estos no utilizaban sirvió demasiado. Se les explico a todos los operadores por turno el cómo es la visualización del HMI, que datos muestra y como es que ellos pueden interactuar con la misma.

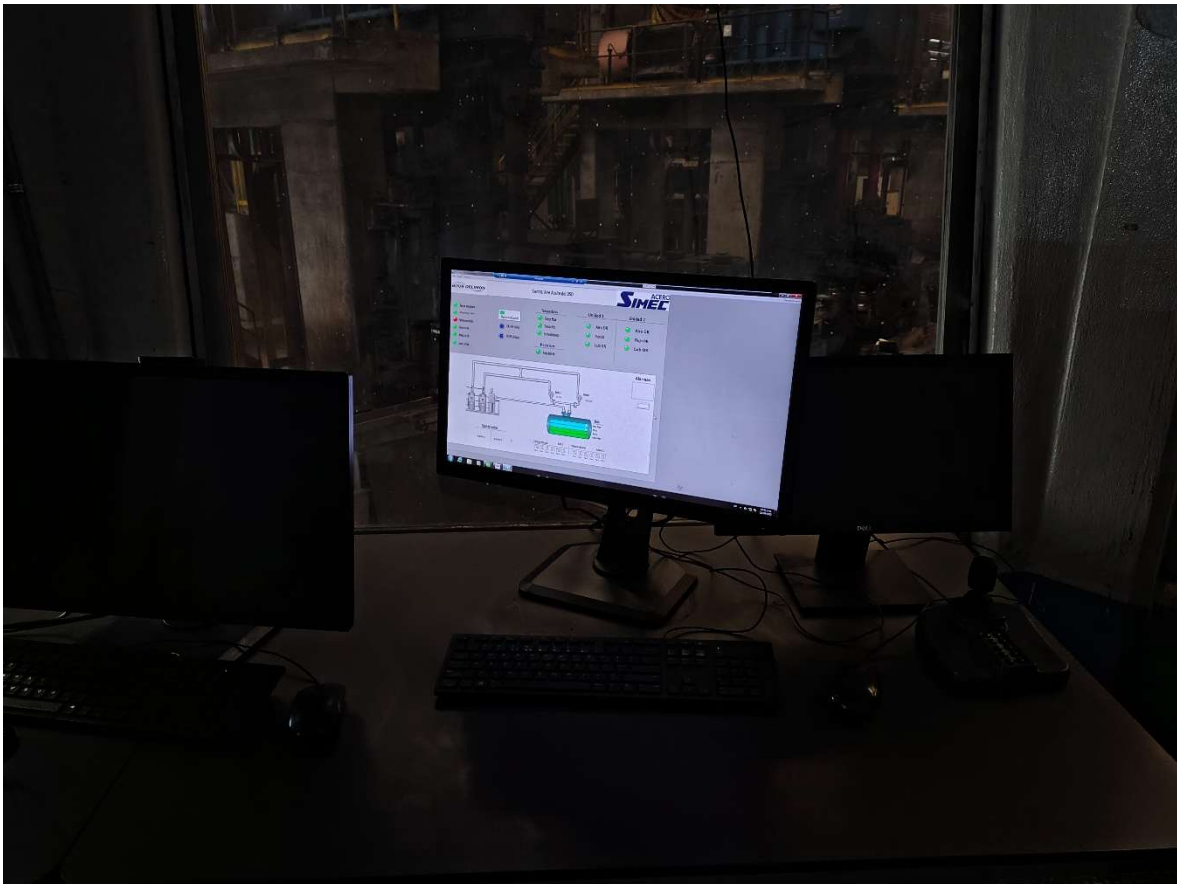


Imagen 122. HMI en pulpito principal y en funcionamiento

Gracias a esta nueva HMI, los operadores comentan lo efectiva que resulta a la hora de detección de fallos en dicha central, la forma de atacar el problema de la central ya es más sencillo y eficiente. Los operadores ya se sienten más capacitados para la detección de fallos en el sistema y, por ende, es más rápida la reacción del equipo de mantenimiento para atacar las fallas.

Gracias a ello se ha podido evitar atorones dentro del DSD al contar con el temporizador. Dándole tiempo a operación de terminar de laminar el material de línea y después hacer un paro programado para la intervención de mantenimiento.

5.2- Conclusión.

En base a los resultados obtenidos y la retroalimentación que nos da personal de operación, podemos decir que el HMI fue una herramienta de mucha ayuda tanto para operación en su forma de detectar las fallas al laminar, así como para mantenimiento, acortando el tiempo muerto de la línea al momento de la falla, ya que antes operación solo se daba cuenta que fallaba, pero no sabían si había sido una bomba, o si no teníamos la presión necesaria en la central, etc. Además de que al momento de la falla el laminador se detenía al instante, sin oportunidad de rescatar el material de la línea, ocasionando tiempos largos de paro y perdiendo varias toneladas de material.

La puesta en red del PLC del central aire aceite fue un gran acierto a la hora de realizar la comunicación de datos y la eficiencia del servidor OPC fue de gran ayuda para el muestreo de datos de forma inmediata y gracias a esto se logró alcanzar todos los objetivos planteados al iniciar el proyecto.

Podemos concluir que el proyecto fue un éxito, ayudando tanto a operación, mantenimiento e incluso a los clientes mismos de SIMEC en tener el material listo en tiempo y forma para sus entregas, reduciendo los tiempos muertos del área de acabado en caliente.

BIBLIOGRAFIA

- GLC Industrias (1 de junio del 2021). ¿Qué es un PLC y cómo funciona? Obtenido de: https://industriasgsl.com/blogs/automatizacion/que-es-un-plc-y-como-funciona?srsId=AfmBOorTXx_9VFCbNoF7gnVXnVynt6-bYgbDbFmCmJPqMHJQvzRPC-cu
- SIEMENS (Edición 03/2006). Programación con Step 7. Obtenido de: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/056/18652056/att_70833/v1/S7prv54_s.pdf
- Becolve Digital. (8 de mayo del 2019). ¿Qué es OPC y que es un servidor OPC? Obtenido de: <https://www.kepserverexopc.com/que-es-opc-y-que-es-un-opc-server/>
- Becolve Digital. (8 de mayo del 2019) ¿Qué es KEPServerEX?. Obtenido de: <https://www.kepserverexopc.com/kepware-kepserverex-features/>
- Enrique, J. L., Trems Guerra, E., de Elío de Bengy , S., & Fernández Segovia, D. (Enero de 2010). Laminación. Obtenido de: www.Laminacion/LAMINACION2_MONO_2010/pdf.com