



unitec[®]
LAUREATE INTERNATIONAL UNIVERSITIES[®]

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

PRÁCTICA PROFESIONAL

**SISTEMA AUTOMATIZADO DE CONTROL DE ELECTROVÁLVULAS,
CERSA Y TRANSPORTE DE QUIMICOS PARA MAQUINAS DE TEÑIDO,
GILDAN**

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

INGENIERO EN MECATRÓNICA

PRESENTADO POR:

CINTYA JACKELINE CRIBAS AGUILAR 21441207

ASESOR: ING. ALBERTO MAX CARRASCO

CAMPUS SAN PEDRO SULA;

JUNIO, 2019

AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN DEL AUTOR(ES) PARA LA CONSULTA, LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO DE TESIS DE GRADO.

Señores

CENTRO DE RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACION (CRAI)

San Pedro Sula

Estimados Señores:

La presentación del documento de tesis forma parte de los requerimientos y procesos establecidos de graduación para alumnos de pregrado de UNITEC.

Yo, Cintya Jackeline Cribas Aguilar, de San Pedro Sula autor del trabajo de grado titulado: SISTEMA AUTOMATIZADO DE CONTROL DE ELECTROVÁLVULAS, CERSA Y TRANSPORTE DE QUIMICOS PARA MAQUINAS DE TEÑIDO, GILDAN, presentado y aprobado en el año 2019, como requisito para optar al título de Profesional de Ingeniero en Mecatrónica, autorizo a:

Las Bibliotecas de los Centros de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI) de la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), para que, con fines académicos, pueda libremente registrar, copiar y usar la información contenida en él, con fines educativos, investigativos o sociales de la siguiente manera:

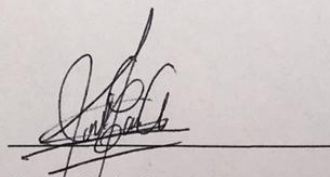
Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en las salas de estudio de la biblioteca y la página Web de la universidad.

Permita la consulta y la reproducción, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD o digital desde Internet, Intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer

De conformidad con lo establecido en el artículo 19 de la Ley de Derechos de Autor y de los Derechos Conexos; los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Es entendido que cualquier copia o reproducción del presente documento con fines de lucro no está permitida sin previa autorización por escrito de parte de los principales autores.

En fe de lo cual, se suscribe la presente acta en la ciudad de San Pedro Sula a los 17 días del mes de julio de dos mil diecinueve.



Cintya Jackeline Cribas Aguilar

21441207

HOJA DE FIRMAS

Los abajo firmantes damos fe, en nuestra posición de miembro de Terna, Asesor y/o Jefe Académico y en el marco de nuestras responsabilidades adquiridas, que el presente documento cumple con los lineamientos exigidos por la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y los requerimientos académicos que la Universidad dispone dentro de los procesos de graduación.



Ing. Alberto Carrasco

Asesor UNITEC



Ing. Rigoberto Bardales

Jefe Inmediato



Ing. Alberto Carrasco

Jefe Académico Ing. Mecatrónica



RESUMEN EJECUTIVO

En este informe se ha detallado lo realizado a lo largo de abril-junio, tiempo que comprende la segunda fase para optar al título de Ingeniería Mecatrónica. Siendo esta práctica profesional realizada en AINSA. Donde se llevó a cabo un control de limpieza de tubería de calderas en CERSA y un transporte automatizado de químicos en GILDAN.

AINSA fue contratada por CERSA, la cual es una empresa generadora de energía a base de calderas. Para este proyecto se buscó realizar una mejora con las dos calderas que cuentan. Llevando a cabo un control automático del accionamiento de electroválvulas para la limpieza de las tuberías de las calderas. Con el fin de mejorar la eficiencia de producción de energía de la planta y alargar la vida útil de las tuberías, ahorrando costos, tiempo de paros y mantenimientos.

Para ello, se hizo un panel de control con 6 módulos SM1222 de 16 salidas digitales de 24VDC. Además, se agregó una pantalla KTP700 BASIC. Donde se visualiza el tiempo seteado, tiempo transcurrido y monitoreo/control del modo operativo de cada electroválvula, siendo 108 electroválvulas totales.

Para GILDAN, se solicitó un control de transporte y selección de químicos para el proceso de teñido. Yendo de los tótems hasta las máquinas de teñido. Transportándose de esta forma la cantidad requerida para cada color. Para esto se tendrá una pantalla en la que se colocaran los distintos colores. Al seleccionar cada color, detrás de ello esta una lógica en la cual están involucrados todos los químicos requeridos para ese color. Así, el variador de frecuencia ira modulando la cantidad requerida de los mismos, logrando el color de tela solicitado.

También, se trabajó en el área de ventas. Lo que comprendía específicamente asesoría técnica. En las que los clientes que vinieran a la empresa en busca de equipos se les cotizaran y a su vez se les diera una ayuda en caso que requirieran de ello.

INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	I
INDICE DE ILUSTRACIONES	IV
GLOSARIO	VII
I. INTRODUCCIÓN	1
II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	2
2.1 Descripción de la Empresa	2
2.1.1 MISIÓN	3
2.1.2 VISIÓN	3
2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO	3
2.3 OBJETIVOS DEL PUESTO	3
2.3.1 OBJETIVO GENERAL	4
2.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	4
III. MARCO TEÓRICO	5
3.1 SISTEMA DE CONTROL	5
3.1.1 ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE CONTROL	5
3.1.2 SISTEMA DE LAZO ABIERTO	6
3.1.3 SISTEMA DE LAZO CERRADO	6
3.2 CONTROL LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)	7
3.2.1 ESTRUCTURA EXTERNA GENERAL DE LOS PLC'S	8
3.2.1.1 ESTRUCTURA COMPACTA	9
3.2.1.2 ESTRUCTURA SEMIMODULAR	9
3.2.1.3 ESTRUCTURA MODULAR	9
3.2.2 PARTES DE UN PLC	10
3.2.2.1 FUENTE DE ALIMENTACIÓN	10
3.2.2.2 MÓDULO DE MEMORIA	10
3.2.2.3 MEMORIAS RAM	10
3.2.2.4 MEMORIA ROM	11
3.2.2.5 MÓDULOS	11
3.2.2.6 MÓDULOS DE SALIDA	11
3.2.2.7 MÓDULO DE ENTRADA	11
3.2.2.8 PUERTO DE COMUNICACIONES	11
3.2.2.9 CPU	11

3.3 SM 1222	12
3.4 RELAYS	12
3.5 Paneles de Control.....	13
3.6 Calderas	14
3.6.1 Tipos de Calderas	15
3.7. Pantallas HMI	15
3.8 SINAMICS G120C.....	17
3.8.1 Comunicación con el PLC.....	17
3.9 Bombas Industriales	17
3.10 SITOP	18
3.11 SAP	19
VI DESARROLLO	21
5.1 Descripción del Trabajo Desarrollado	21
5.1.1 CERSA, ELCATEX	21
5.1.1.1 CONTROL DE ELECTROVALVULA	26
5.1.1.2 TIEMPO SETEO/TIEMPO TRANSCURRIDO	27
5.1.1.3 SECUENCIA EN AUTOMÁTICO	28
5.1.1.4 CONTROL DE LAS ELECTROVÁLVULAS	29
5.1.1.5 LLAMADO DE ELECTROALVULAS	29
5.1.2 GILDAN	31
5.1.2.1 USS_PORT	35
5.1.2.2 USS_DRIVE	36
5.1.2.3 DISEÑO DE VENTANAS DE HMI	39
5.1.2.4 PARAMETRIZACION DE VARIADORES DE FRECUENCIA G120C	40
5.1.3 ASESORIA TECNICA	42
6.2 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	44
VII CONCLUSIONES	45
VIII RECOMENDACIONES	47
BIBLIOGRAFÍA	48

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración I. Logo de AINSA	3
------------------------------------	---

ILUSTRACIÓN 2. CONTROL DE LAZO ABIERTO	6
ILUSTRACIÓN 3. SISTEMA DE LAZO CERRADO	7
ILUSTRACIÓN 4. PLC SIMATIC S7-1200 1215C	7
ILUSTRACIÓN 5. LOGO! SIEMENS, ESTRUCTURA COMPACTA	9
ILUSTRACIÓN 6. ESTRUCTURA SEMIMODULAR Y MODULAR SIEMENS	10
ILUSTRACIÓN 7. SALIDAS DIGITALES SM1222	12
ILUSTRACIÓN 8. I/O RELAY G2RV-SR SLIM OMRON	13
ILUSTRACIÓN 9. PANEL DE CONTROL	14
ILUSTRACIÓN 10. PANTALLA HMI KPT 700 SIEMENS	16
ILUSTRACION 11. DATOS TECNICOS Y G120 BOP	17
ILUSTRACION 12. BOMBA CENTRIFUGA	18
ILUSTRACION 13. SITOP	19
ILUSTRACION 14. SAP	20
ILUSTRACION 15. CABLEADO DE PANEL DE CONTROL	22
ILUSTRACION 16. CONFIGURACIÓN DE HARDWARE EN TIA PORTAL	23
ILUSTRACION 17. VENTANA DE CONTROL GENERAL	24
ILUSTRACION 18. VENTANA DE ELECTROVALVULAS DEL 1-20	25
ILUSTRACION 19. PANEL DE CONTROL INSTALADO JUNTO CON KTP700	26
ILUSTRACION 20. MODO DE OPERACIÓN MANUAL	27
ILUSTRACION 21. CONVERSION A MILISEGUNDOS	28
ILUSTRACION 22. BLOQUE DE TIME CONVERSION	28
ILUSTRACION 23. CONTROL VALVULA	29
ILUSTRACION 24. ARMADO DE CELDAS GILDAN	33
ILUSTRACION 25. CABLEADO DE CELDAS GILDAN	34
ILUSTRACIÓN 26. BLOQUE USS_PORT	36
ILUSTRACIÓN 27. LLAMADO DE BOMBAS	39
ILUSTRACIÓN 28. VENTANA DE CONTROL DE BOMBAS	39
ILUSTRACIÓN 29. VENTANA EMERGENTE DE CONTROL DE BOMBAS	40
ILUSTRACIÓN 30. VISUALIZACION DE VENTANA EMERGENTE DE CONTROL DE BOMBAS	40
ILUSTRACIÓN 31. CELDA DE CONTROL, GILDAN	42

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. USS_PORT	35
TABLA 2. USS_DRV	38
TABLA 3. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	44

GLOSARIO

1. **Bus:** Vía de comunicación común que interconecta todas las estaciones; posee dos extremos definidos.
2. **Calderas de Vapor:** en la industria, es una máquina o dispositivo de ingeniería diseñado para generar vapor. Este vapor se genera a través de una transferencia de calor a presión constante, en la cual el fluido, originalmente en estado líquido, se calienta y cambia su fase a vapor saturado.
3. **Electroválvula:** es una válvula electromecánica, diseñada para controlar el paso de un fluido por un conducto o tubería. La válvula se mueve mediante una bobina solenoide. Generalmente no tiene más que dos posiciones: abierto y cerrado, o todo y nada.
4. **Bombas Industriales:** Es la máquina que transforma energía, aplicándola para mover el agua. Este movimiento, normalmente es ascendente. Las bombas pueden ser de dos tipos "volumétricas" y "turbo-bombas".

I. INTRODUCCIÓN

El término automatización se refiere a una amplia variedad de sistemas y procesos que operan con mínima, incluso sin intervención, del ser humano. Un sistema automatizado ajusta sus operaciones en respuesta a cambios en las condiciones externas en tres etapas: mediación, evaluación y control. A medida los procesos se van volviendo cada vez más complejos, ha sido necesaria la intervención de mano de obra que pudiera hacer estos trabajos de forma rápida, eficaz, eficiente y con un mínimo margen de error.

Existe un sinnúmero de aplicaciones en las que la automatización ha logrado facilitar la mayoría de los procesos. Entre más automatizada se encuentre una planta, más exitosa será su producción. Para ello se requiere la intervención de empresas que se enfoquen en brindar este servicio, como lo es Automatización Industrial S.A. (AINSA).

Para esta práctica profesional se ha tenido la oportunidad de realizarse en la empresa líder en automatización industrial en Honduras, AINSA, la cual es de mucho provecho y llena de aprendizaje ya que se ha podido trabajar en distintos proyectos en distintas empresas de notorio prestigio del país.

En este informe se detallan dos empresas muy reconocidas las cuales contrataron los servicios de AINSA. Estas empresas son CERSA y GILDAN.

Para el caso de CERSA, se realizara un sistema de limpieza de las tuberías de sus calderas. Para de esta forma prolongar la vida útil de las mismas y a su vez sacar el máximo provecho de la combustión logrando así generar más energía y de forma más eficiente.

Para GILDAN, se diseñara un sistema automatizado para el área de teñido de su planta. Logrando así hacer las mezclas que involucran cada color para cada tela. Todo esto a base de variadores de frecuencia, los cuales modularan las concentraciones de cada químico.

II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

A continuación se presentaran generalidades de la empresa Automatización Industrial S.A. dentro de lo que comprende ser la descripción de la empresa, descripción del departamento y objetivos.

2.1 Descripción de la Empresa

Automatización Industrial S.A. de C.V. Distribuidores Autorizados Siemens, Omron y SMC.

AINSA, anteriormente SEL Automatización, es una empresa afiliada al grupo SEL fundada el 1 de Octubre del 2012 en la ciudad de San Pedro Sula, con el objetivo de brindar soluciones integrales en el campo de la automatización y control en el sector industria.

Cuentan con una amplia variedad de componentes de automatización y control de las marcas SIEMENS y OMRON. Ofreciendo también soporte técnico, asesoría técnica, diseño e implementación de proyectos y capacitaciones.

Tiene cuatro enfoques, los cuales son los siguientes:

1. **Venta y Distribución:** Contamos con los productos de las prestigiosas marcas Siemens, Omron y SMC de entrega inmediata. Nuestro amplio stock nos permite brindar soluciones en los momentos que aparecen las necesidades de nuestros clientes.
2. **Proyectos:** Nuestro personal altamente capacitado puede afrontar cualquier reto. Somos una empresa con presencia en diferentes tipos de industrias lo cual nos brinda ese valor agregado a la hora de gestionar tiempos, ejecutar tareas y cumplir con fechas límites, brindando un producto de calidad al final de cada proyecto.
3. **Capacitaciones:** A lo largo del año desarrollamos todo tipo de talleres, charlas y capacitaciones, con la finalidad de que nuestros clientes se sientan familiarizados con nuestros productos.
4. **Asesoría Técnica:** Si deseas desarrollar los proyectos en tu empresa por tu cuenta, contamos con una amplia experiencia para poder brindar asesoría técnica especializada, con el fin de poder lograr juntos el resultado más óptimo para su empresa.



Ilustración I. Logo de AINSA

Fuente: Página Oficial de AINSA

2.1.1 MISIÓN

Creamos, proponemos, instalamos; sistemas y aplicaciones para Soluciones Inteligentes de Automatización, que contribuyen a: Eficiencia Energética, Fluidéz de procesos industriales, Comunicaciones ágiles. Atendemos en áreas Industriales, Urbanística, Domiciliaria. Somos especialistas.

2.1.2 VISIÓN

Ser empresa reconocida por Liderar: Procesos Eficientes, Productos y Servicios de alta calidad, Innovación constante, Tecnología de punta, Soluciones energéticas a tiempo, Alianza permanente del usuario. Confianza.

2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO

La práctica profesional se realiza en el área de Ingeniería, en donde se cuenta con cinco ingenieros tanto del área de Mecatrónica como del área de Electrónica, siendo ellos los encargados de la realización de los distintos proyectos en las empresas que los contraten y a su vez se encargan de brindar las capacitaciones y asistencia técnica. Realizando trabajos como migraciones de sistemas de control, levantamientos de proyectos, diseño y programación de SCADAs, programación en diferentes plataformas, diseños de HMI, entre otros.

2.3 OBJETIVOS DEL PUESTO

Los objetivos del puesto son una manera de que el trabajador tenga una idea de las funciones de su puesto de trabajo. Para así lograr al 100% las tareas propuestas sin margen de error.

En el área de ingeniería se requiere el trabajo en conjunto de todos sus ingenieros para elaborar un excelente trabajo en cualquier tipo de implementación de automatización que cualquier empresa requiera.

2.3.1 OBJETIVO GENERAL

Contribuir de forma integral al proceso de Automatización Industrial de la Región Centroamericana, con calidad y eficiencia, incrementando y fortaleciendo el nivel competitivo con soluciones a punto.

2.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ✓ Brindar conocimiento para clientes y compañeros internos en el departamento de ingeniería.
- ✓ Ofrecer soporte tanto práctico como teórico en la puesta en marcha de equipos.
- ✓ Asistir en los entrenamientos o proyectos a realizarse en los laboratorios de AINSA o de otra empresa.

III. MARCO TEÓRICO

3.1 SISTEMA DE CONTROL

“El control industrial, en su sentido más amplio, comprende todos los métodos utilizados para controlar el desempeño de un sistema eléctrico” (Wildi, 2007). Un sistema de control está definido como un conjunto de componentes que pueden regular su propia conducta o la de otro sistema, La finalidad de un sistema de control es conseguir, mediante la manipulación de las variables de control, un dominio sobre las variables de salida, de modo que estas alcancen unos valores prefijados, con pocas probabilidades de fallos. Los sistemas de control más modernos en ingeniería automatizan procesos en base a muchos parámetros y reciben el nombre de controladores de automatización programables (PAC).

Un sistema de control ideal debe ser capaz de conseguir su objetivo cumpliendo los siguientes requisitos:

- Garantizar la estabilidad y, particularmente, ser robusto frente a perturbaciones y errores en los modelos.
- Ser tan eficiente como sea posible, según un criterio preestablecido.
- Normalmente este criterio consiste en que la acción de control sobre las variables de entrada sea realizable, evitando comportamientos bruscos e irreales.
- Ser fácilmente implementable y cómodo de operar en tiempo real con ayuda de un ordenador.

“En general, el objetivo de un sistema de control es controlar las salidas en alguna forma prescrita mediante las entradas a través de los elementos del sistema de control” (Ramírez, & Pérez, 1996).

3.1.1 ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE CONTROL

Los elementos básicos que forman parte de un sistema de control y permiten su manipulación son los siguientes:

- Sensores. Permiten conocer los valores de las variables medidas del sistema.

- Controlador. Utilizando los valores determinados por los sensores y la consigna impuesta, calcula la acción que debe aplicarse para modificar las variables de control en base a cierta estrategia.
- Actuador. Es el mecanismo que ejecuta la acción calculada por el controlador y que modifica las variables de control.

Hay dos tipos de sistemas de control automático: de lazo abierto y de lazo cerrado.

3.1.2 SISTEMA DE LAZO ABIERTO

Los sistemas de control de lazo abierto son sistemas de control que se caracterizan por carecer de sensores que informen al sistema del estado en el que se encuentra. El proceso automatizado se hace siempre igual sin poder comprobar si se hace correctamente.

“Los sistemas en lazo abierto son económicos pero normalmente inexactos” (Kuo, 1995).

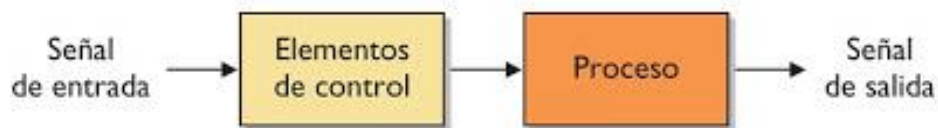


ILUSTRACIÓN 2. CONTROL DE LAZO ABIERTO

Fuente: (Fuente: Sistemas de Control Automático)

3.1.3 SISTEMA DE LAZO CERRADO

Los sistemas de control de lazo cerrado son sistemas de control que se caracterizan por tener sensores que vigilan el proceso. Dichos sensores controlan la salida del sistema e incluyen dicha información en la entrada del sistema. Esto se conoce como la realimentación, que no es más que un mecanismo por el cual una cierta proporción de la salida de un sistema se dirige a la entrada, con objeto de controlar su comportamiento.

“El control de lazo cerrado puede definirse como el uso de una diferencia de señales, determinada comparando el valor real de la variable de proceso y el deseado, como medio para controlar un sistema” (Bahón & Giner, 2004)

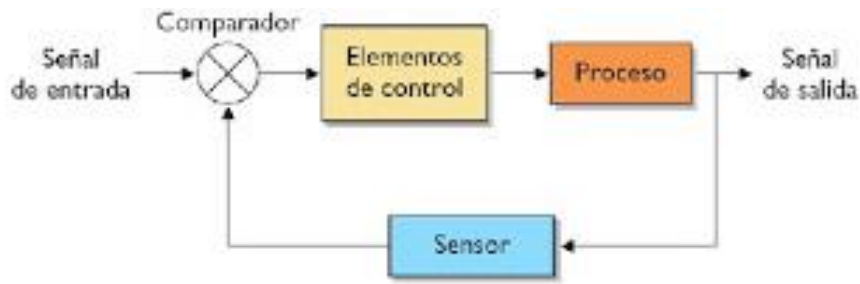


ILUSTRACIÓN 3. SISTEMA DE LAZO CERRADO

Fuente: (Fuente: Sistemas de Control Automática)

3.2 CONTROL LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)

“El control lógico programable (PLC) es una forma especial de un controlador basado en un microprocesador que utiliza una memoria programable para almacenar instrucciones y para implementar funciones de lógica, secuencia, temporizadores, contadores, y aritmética, para controlar máquinas y procesos” (Bolton, 2006).



ILUSTRACIÓN 4. PLC SIMATIC S7-1200 1215C

Fuente: (Página Oficial de Siemens)

Como toda innovación, esta idea del PLC nació a partir de una necesidad. Darle una solución al control de circuitos complejos de automatización. Presentando un sistema eficaz y eficiente que pudiera reducir el enorme costo que significaba el reemplazo de un sistema de control basado en relés. El problema de los relés era que cuando los requerimientos de producción cambiaban también lo hacía el sistema de control.

“El primer PLC fue llamado Modular Digital Controller (MODCON 084), creado por Bedford Associates a finales del año 1960” (Segovia & Theorin, 2012). Este debía ser fácilmente programable, con larga vida útil y resistente a ambientes difíciles. Fue por esta razón que los relees se reemplazaron por elementos de estado sólido y como punto más importante, cuando un sistema debía ser cambiado, lo único que debía modificarse era el sistema y no el hardware.

Actualmente, los PLC's nos ofrecen múltiples ventajas, dentro de las cuales sobresalen las siguientes:

- Su instalación es bastante sencilla, además de ocupar poco espacio y la posibilidad de manejar múltiples equipos de manera simultánea gracias a la automatización.
- Hay un mejor monitoreo de los procesos, lo que hace que la detección de fallos se realice rápidamente.
- Se ahorran costos adicionales como los de operación, mantenimiento e incluso energía.

Las habilidades de comunicación de estos autómatas comenzaron a aparecer en 1973 aproximadamente. El primer sistema fue el bus Modicon (Modbus). “El PLC podía ahora dialogar con otros PLC y en conjunto podían estar aislados de las máquinas que controlaban. También podían enviar y recibir señales de tensión variables, entrando en el mundo analógico” (Universidad Nacional de Córdoba, 2004).

El PLC que rige el sistema del Molino Anexo es de la familia SIMATIC 1500. Para los gabinetes dosificadores se cuenta con el PLC 1200.

3.2.1 ESTRUCTURA EXTERNA GENERAL DE LOS PLC'S

El término estructura externa o configuración externa de un Controlador Lógico Programable industrial se refiere al aspecto físico exterior del mismo, bloques o elementos en que está dividido.

Actualmente son tres las estructuras más significativas que existen en el mercado:

- Estructura compacta
- Estructura semimodular. (Estructura Americana)

- Estructura modular. (Estructura Europea)

3.2.1.1 ESTRUCTURA COMPACTA

Este tipo de autómatas se distingue por presentar en un solo bloque todos sus elementos, esto es, fuente de alimentación, CPU, memorias, entradas/salidas, etc. "Son los autómatas de gama baja o nano autómatas los que suelen tener una estructura compacta. Su potencia de proceso suele ser muy limitada dedicándose a controlar máquinas muy pequeñas o cuadros de mando" (Nuevos Negocios en la Red, 2014).



ILUSTRACIÓN 5. LOGO! SIEMENS, ESTRUCTURA COMPACTA

Fuente: (Página Oficial de Siemens)

3.2.1.2 ESTRUCTURA SEMIMODULAR

Se caracteriza por separar las E/S del resto del autómata, de tal forma que en un bloque compacto están reunidas las CPU, memoria de usuario o de programa y fuente de alimentación y separadamente las unidades de E/S. Son los autómatas de gama media los que suelen tener una estructura semimodular (Americana).

3.2.1.3 ESTRUCTURA MODULAR

Su característica principal es la de que existe un módulo para cada uno de los diferentes elementos que componen el autómata como puede ser una fuente de alimentación, CPU, E/S, etc. La sujeción de los mismos se hace por carril DIN, placa perforada o sobre RACK, en donde va alojado el BUS externo de unión de los distintos módulos que lo componen. Son los autómatas de gama alta los que suelen tener una estructura modular, que permiten una gran flexibilidad en su constitución.



ILUSTRACIÓN 6. ESTRUCTURA SEMIMODULAR Y MODULAR SIEMENS

Fuente: (Página Oficial de Siemens)

3.2.2 PARTES DE UN PLC

Las partes que se encuentran en todo PLC son las siguientes:

3.2.2.1 FUENTE DE ALIMENTACIÓN

La función de la fuente de alimentación en un controlador, es suministrar la energía eléctrica a la CPU y demás tarjetas según la configuración del PLC.

En los circuitos interiores de una fuente de alimentación se transforma la tensión alterna de la red a tensión continua, en niveles que garanticen el funcionamiento del hardware del PLC.

3.2.2.2 MÓDULO DE MEMORIA

Usualmente se le llama memoria. Se encarga del componente del PLC encargado de guardar el programa en una memoria, la cual puede ser volátil, denominándose como memoria RAM, o no volátil, donde toma el nombre memoria ROM.

3.2.2.3 MEMORIAS RAM

Es una memoria de acceso aleatorio de lectoescritura. A través de este se pueden ejecutar diversos procesos de lectoescritura usando procedimientos eléctricos.

Estas por ser volátiles pueden perder fácilmente su contenido al momento de cortarse la energía eléctrica, por ello necesitan de un sistema que le respalde como es una batería eléctrica.

3.2.2.4 MEMORIA ROM

Se trata de una memoria de solo lectura, donde su contenido puede ser leído fácilmente pero nunca se puede escribir en él. La información que contienen al igual que sus datos son grabados por el fabricante, lo cual nunca podrá ser alterado.

Esta memoria mantiene su contenido intacto aun cuando se genera una falta de energía eléctrica, ya que es del tipo no volátil. Estos no requieren de batería para respaldar la información cuando no haya energía eléctrica.

3.2.2.5 MÓDULOS

Es una de las partes que más caracteriza a los PLC, ya que es a través de sistema de entrada y salida que se llega a diferenciar de un computador, los cuales se presentan como módulos especiales para hacer posible la conexión física entre la unidad de procesamiento y el mundo exterior.

3.2.2.6 MÓDULOS DE SALIDA

A través de esta parte del PLC las señales eléctricas son enviadas a los equipos de la instalación que llegan a ser controlados.

3.2.2.7 MÓDULO DE ENTRADA

Estos se encargan de acaparar toda señal eléctrica procedente de los equipos de instalación, lo cual llega a controlar el proceso.

3.2.2.8 PUERTO DE COMUNICACIONES

Se trata del medio de comunicación que usa el PLC con la interfaz, con los periféricos, las unidades de programación, con otros PLC, etc.

3.2.2.9 CPU

Se trata de la Unidad Central de Proceso, lo cual se encarga de mantener bien controlada la secuencia en la cual el programa se ejecuta, también se encarga de coordinar la comunicación entre los distintos elementos que componen el PLC, y a la vez ejecuta todas las operaciones lógicas y a la vez aritméticas. La unidad central está diseñada en base a microprocesadores y memorias.

“Se presenta como un elemento inteligente que tiene una gran capacidad para interpretar y leer todas las instrucciones que son cargadas en la memoria, donde llega a tomar decisiones en base a estos estados de entrada sobre las salidas” (Maloney, 2006).

3.3 SM 1222

“Los módulos de salidas digitales son módulos que utiliza el autómata para enviar señales digitales (0 o 1) a los distintos actuadores o preactuadores. Las salidas pueden ser a relé o a transistor” (Romero Carrillo, 2018).

El SM1222 se trata de un módulo de salidas digitales que se enchufa a un lado del PLC para que de esta forma las salidas estén conectadas con el mismo, tanto de forma física como de forma digital. Estas se usan cuando las salidas del PLC no son suficientes para el proceso.

Hay de dos cantidades distintas de salidas, las mismas pueden ser de DQ8, DQ16. Esto dependiendo de la aplicación que estemos requiriendo para el proceso.



ILUSTRACIÓN 7. SALIDAS DIGITALES SM1222

Fuente: (Página Oficial de Siemens)

3.4 RELAYS

“Es un aparato eléctrico que funciona como un interruptor, abrir y cerrar el paso de la corriente eléctrica, pero accionado eléctricamente” (Accionamientos Electromecánicos, 2017). El relé permite abrir o cerrar contactos mediante un electroimán, por eso también se llaman relés electromagnéticos o relevador. Cuando metemos corriente por la bobina, esta crea un campo magnético creando un electroimán que atrae los contactos

haciéndolos cambiar de posición, el que estaba abierto se cierra y el que estaba normalmente cerrado se abre. El contacto que se mueve es el C y es el que hace que cambien de posición los otros dos.

Trayéndonos la ventaja principal de conmutación, logrando así accionar dispositivos de mayor corriente con una corriente baja.

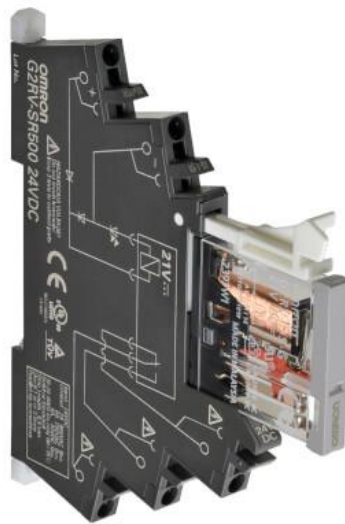


ILUSTRACIÓN 8. I/O RELAY G2RV-SR SLIM OMRON

Fuente: (Página Oficial de OMRON)

3.5 Paneles de Control

Los paneles de control desempeñan una función importante en el entorno de manufactura actual. Al ser esenciales para los sistemas de automatización y control, necesitan manejar varios desafíos, como los avances en tecnología de sistemas de control, y la evolución del proceso de fabricación y diseño.

Aquí es donde encontramos los distintos tipos de elementos de control, incluso de accionamiento. Son vitales para la industria pues contienen el mando general del proceso.



ILUSTRACIÓN 9. PANEL DE CONTROL

Fuente: (Página Oficial de OMRON)

3.6 Calderas

Una caldera puede describirse como un generador de vapor o como “la combinación de equipos para producir o recuperar calor, junto con aparatos para transferir el calor disponible a un fluido. Para el caso de CERSA, esta simboliza la alimentación vapor a todo ELCATEX a presión constante, por lo que se traduce a un recurso imprescindible. Las calderas están integradamente esencialmente por un contenedor metálico, hermético, con la prioridad de generar vapor o calentar agua a partir de la acción del calor a una temperatura elevada. El principio básico de funcionamiento de las calderas consiste en una cámara donde se produce la combustión, con la ayuda del aire comburente y a través de una superficie de intercambio se realiza la transferencia de calor.

Alba G., Martínez S., & Sandoval C. (1999) Afirma:

Actualmente el proceso industrial de la generación de vapor ha crecido enormemente, no sólo cuando el vapor se usa para la generación de la energía eléctrica, sino cuando se emplea con otros fines como sucede en las industrias papelera, azucarera, química, textil, farmacéutica, etcétera. (p. 9)

3.6.1 Tipos de Calderas

El tipo de calderas se pueden clasificar a partir de la finalidad para la cual la caldera será utilizada. Esto se sintetiza en dos principales:

- Caldera Acuotubular: "Como su nombre indica, están formadas por tubos y colectores que contienen el agua, bien sea en estado líquido o vapor, durante su paso por la caldera" (Álvarez Flórez, 2002). Está constituida por un horno en cuyo interior presenta tuberías por el cual el agua circulará. El combustible es usualmente quemado en el hogar y el calor producido por esta combustión es transferido al agua que circula por los tubos convirtiéndose esta en vapor. Los tubos son la única superficie de calefacción. Puede tener tubos rectos o en forma curvada.
- Caldera Piro-tubular: "Es un recipiente metálico, comúnmente de acero, de forma cilíndrica o semicilíndrica, atravesado por grupos de tubos, por cuyo interior circulan los gases de combustión, que ceden el calor al agua que baña el exterior de los mismos" (Sanz, 2016). En este tipo de caldera el humo caliente procedente del hogar transita por el interior de los tubos gases, arremetiendo el espacio hueco y surcando a través de la tubería portadora de agua, hasta brotar por la salida de humos. El calor procedente de la combustión es liberado y transferido a través de las paredes de la tubería portadora del agua, quedando todo el conjunto encerrado dentro de un cilindro metálico que es óptimo para la transmisión de energía térmica. A través del recorrido, el humo, cede la mayor parte de su calor al agua, vaporizándose parte de esta agua y acumulándose en la parte superior del cuerpo en forma de vapor saturado.

En el caso de CERSA se controlaron dos calderas piro-tubulares.

3.7. Pantallas HMI

"Se conoce como elementos de dialogo hombre-máquina a todos los elementos que proporcionan información al operario, así como los que permiten que el operario de órdenes a la máquina" (Villardel, 2013).

HMI significa "Human Machine Interface", es decir es el dispositivo o sistema que permite el interfaz entre la persona y la máquina. Tradicionalmente estos sistemas consistían en paneles compuestos por indicadores y comandos, tales como luces pilotos, indicadores digitales y analógicos, registradores, pulsadores, selectores y otros que se interconectaban con la máquina o proceso. En la actualidad, dado que las máquinas y procesos en general están implementadas con controladores y otros dispositivos electrónicos que dejan disponibles puertas de comunicación, es posible contar con sistemas de HMI bastantes más poderosos y eficaces, además de permitir una conexión más sencilla y económica con el proceso o máquinas.

SIEMENS, por su parte ofrece los paneles SIMATIC HMI estos brindan modernas funciones de manejo y visualización aunadas con características tales como robustez, estabilidad y simplicidad. SIMATIC HMI está optimizado para satisfacer sus necesidades de interfaz hombre-máquina específicos utilizando interfaces abiertas y estandarizadas en hardware y software, que permiten la integración eficiente en sus sistemas de automatización.

La pantalla HMI utilizada en el proyecto de CERSA fue la KTP 700 PN. Esto porque funciona a través de PROFINET y además no se necesita una gran visualización para este proceso ni requiere de mucha memoria para su funcionamiento. De igual forma los gráficos son básicos.



ILUSTRACIÓN 10. PANTALLA HMI KPT 700 SIEMENS

3.8 SINAMICS G120C

Su diseño modular, compuesto por una unidad de regulación (Control Unit, CU) y un módulo de potencia (Power Module, PM) para el intervalo de potencia de 0,37 kW hasta 250 kW, lo convierte en el sistema perfecto para aplicaciones estandarizadas. El gran número de componentes disponibles le permitirá diseñar un variador óptimo para sus necesidades.



A destacar
Elementos mecánicos
<ul style="list-style-type: none">• Diseño modular• Sistema de refrigeración innovador para más robustez
Electrónica
<ul style="list-style-type: none">• Realimentación, escasas perturbaciones en la red, ahorro de energía, sin resistencias de freno• Monitoreo de temperatura para el semiconductor• Safety Integrated (STO, SS1, SLS, SDI, SSM), sin encóder• Tarjeta de memoria intercambiable MMC
Comunicación
<ul style="list-style-type: none">• PROFINET, PROFIBUS, PROFIsafe, Modbus RTU, CANopen, USS, BacNet, MS/TP• Parte de la gama Totally Integrated Automation• Interacción óptima con SIMATIC

ILUSTRACION 11. DATOS TECNICOS Y G120 BOP

Fuente: (Página Oficial de Siemens)

3.8.1 Comunicación con el PLC

El G120 admite la comunicación con PLC de Siemens a través de USS por RS485.

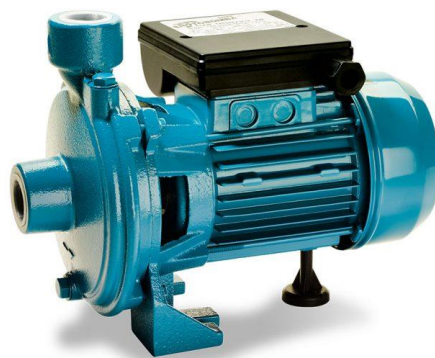
La interfaz serie universal (USS), es un protocolo propietario de Siemens desarrollado en los años 90. Se trata de un protocolo maestro-esclavo, con un único maestro del bus, basado en RS485 a dos hilos y que nos va a permitir conectar hasta 16 variadores G120 por cada módulo de comunicación. Para usarlo con los S7-1200 necesitaremos un módulo de comunicaciones, bien una signal board CB1241 o bien una tarjeta CM1241. En el primer caso se conectará en el frontal del PLC, mientras que los módulos CM se conectan en el lado izquierdo de la CPU.

3.9 Bombas Industriales

Son máquinas que se usan para extraer, elevar o impulsar líquidos y gases de un lugar a otro. "Una bomba hidráulica convierte energía mecánica en energía hidráulica al momento de mover un gran volumen de agua" (Luszczewski, 1999). Los componentes son una caja de conexiones, motor, rodete, turbina y tuberías de aspiración y descarga.

La tubería de aspiración cumple un rol clave en el funcionamiento, debe encontrarse en buen estado y no presentar roturas o fisuras por las cuales podría llegar a entrar aire o presentar fugas. Otro elemento importante es el rodete, que opera cuando se enciende el motor y el cuerpo de la bomba que con su forma de caracol recoge el líquido y lo lleva a la salida transformando la energía.

En las industrias son muy utilizadas debido a su facilidad de transporte a las distintas partes del proceso sea cual fuese.



ILUSTRACION 12. BOMBA CENTRIFUGA

Fuente: (Página Oficial de ROTOPLAS)

3.10 SITOP

Con SITOP siempre dispondrá de 24 V fiables, incluso en caso de fallo de red. Cada fallo de red puede provocar la parada de la instalación, lo que supone una pérdida de tiempo y dinero. El SITOP DC-UPS ofrece una protección perfecta ante fallos imprevistos y garantiza de este modo un funcionamiento sin interrupciones de la instalación.

El módulo de respaldo para las fuentes de alimentación SITOP smart y SITOP modular ofrece 24 V fiables hasta diez segundos, mientras que el DC-UPS sin mantenimiento y con tecnología de condensador llega hasta la franja de minutos. 24 V fiables hasta la franja de las horas ofrecen los módulos DC-UPS con módulos de batería, que también se comunican vía Ethernet/PROFINET y están completamente integrados en TIA (SITOP UPS1600).

Los sistemas SITOP se diferencian por el acumulador de energía y su potencia, pero también por su funcionalidad, como p. ej. la integración en el sistema de automatización que debe respaldarse. La matriz de selección le ayudará a orientarse y a encontrar el respaldo de 24 V adecuado para su aplicación.

Para elegir la configuración correcta del DC-UPS cuenta con la ayuda de la SITOP Selection Tool .



ILUSTRACION 13. SITOP

Fuente: (Página Oficial de SIEMENS)

3.11 SAP

El sistema SAP, es un sistema informático que hace que las empresas puedan administrar correctamente sus recursos humanos, productivos logísticos, etc.

Al Sistema SAP se le relaciona con los sistemas ERP (Planificación de Recursos Empresariales), por tratarse de un sistema de información que permite gestionar las diferentes acciones de una empresa, sobre todo las que tienen que ver con la producción, la logística, el inventario, los envíos y la contabilidad.

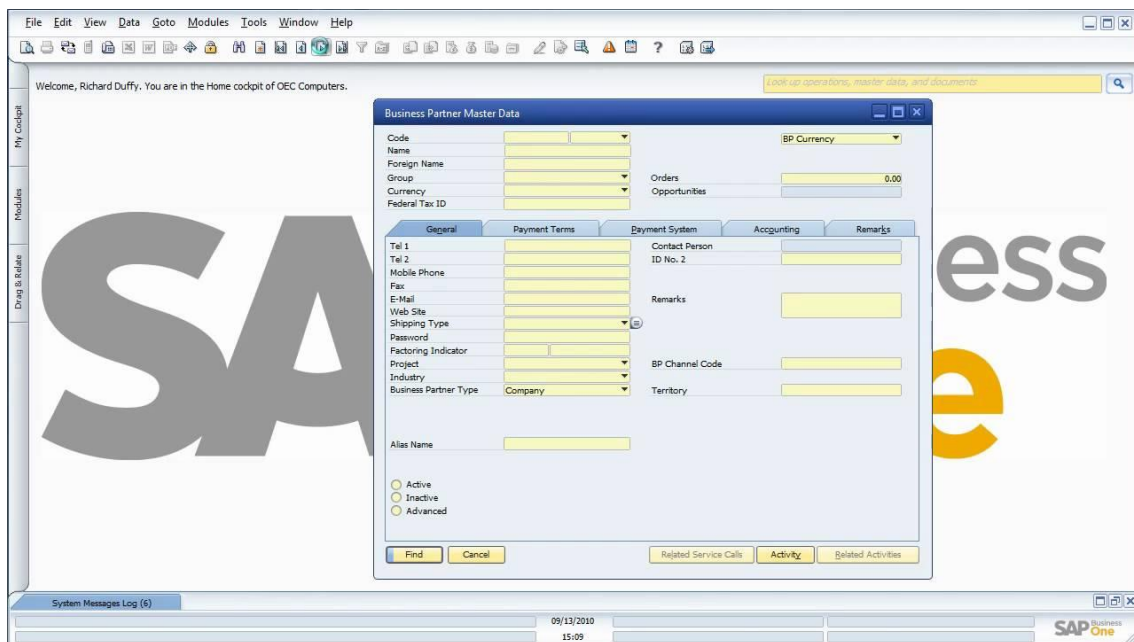
Sus servicios destacan por cubrir, además, las necesidades tanto administrativas como las de sus clientes y proporcionar las herramientas que se necesitan.

La lista de industrias a las que SAP sirve es muy amplia y desde su creación ha ido creciendo desmesuradamente. Al ser tan amplia tanto en sector privado como público, necesitaríamos más de un post para explicar las diferentes áreas en las que se aplica. Por eso, te dejamos algunas de las más importantes e innovadoras.

- Materias primas, minería y agricultura

- Gas y petróleo
- Químicas
- Metalúrgicas
- Farmacéuticas
- Materiales de construcción, arcilla y vidrio
- Construcción pesada
- Servicios
- Consultorías y software
- Sanatorios y hospitales
- Sector público

No importa el tipo de industria, la función es la misma: organizar todas las acciones que forman parte del plan de la empresa.



ILUSTRACION 14. SAP

Fuente: (Página Oficial de SIEMENS)

VI DESARROLLO

5.1 Descripción del Trabajo Desarrollado

5.1.1 CERSA, ELCATEX

En el caso de CERSA, se cuenta con dos calderas pirotubulares, esto significa que el vapor pasa a través de la tubería. Estas calderas son las responsables de abastecer de energía todo el Zip de ELCATEX. Para que el sistema trabaje de forma más eficiente y logre producir más energía, se debe estar dando mantenimiento. Uno de los cuales se basa en limpiar la tubería de las calderas por donde pasa el vapor. A medida va pasando este, se van quedando residuos del combustible, el cual es casulla de café, junto con hollín. Lo cual causa que el diámetro de la tubería se reduzca, ya que se va creando una especie de capa alrededor de ella. Aquí es donde entra el trabajo de las electroválvulas. Ya que al impulsar aire a través de las tuberías arranca mediante la presión de las mismas estas capas. Sin embargo, el sistema con el que contaban anteriormente se estaba quedando corto. Pues este debía ser accionado manualmente.

Es por ello que se solicitó un sistema automático de accionamiento de electroválvulas para la limpieza de las calderas.

Como primer paso se fue a inspeccionar la zona de trabajo y el lugar en donde se colocaría el nuevo panel de control. Asimismo, se tomaron las notas correspondientes sobre lo que se estaba solicitando, siendo este un control automático de accionamiento de electroválvulas para la limpieza de las tuberías de las calderas. Este accionamiento iba a realizarse cada cantidad de tiempo. Y se separarían en dos etapas. Primeramente la caldera 1 debía accionar primero la parte frontal, dividiéndose esta parte frontal en tres grupos, y una cierta cantidad de segundos después se accionaría la parte trasera, dividiéndose de igual forma en 3 grupos. El mismo procedimiento era para la caldera 2.

Seguidamente se llevó a cabo la elaboración del panel de control. Este panel contiene un PLC 1200 con salidas a relay, el cual se encarga de controlar el sistema. Junto con 6

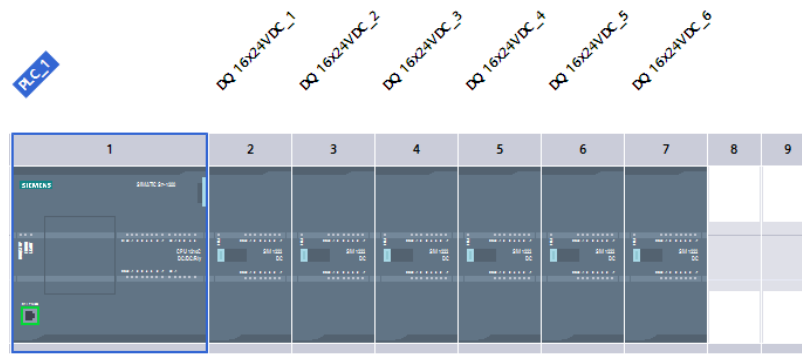
módulos SM1222, estos son módulos de salidas digitales, teniendo así la cantidad necesaria para controlar las 108 válvulas. Añadidas a este se colocaron 108 relays, los cuales se encargan de accionar las electroválvulas con la salida de voltaje que el PLC brinda. Todo esto termina en un juego de borneras, donde se envían las salidas a cada una de las electroválvulas. De igual forma se colocó una fuente de alimentación y un interruptor para seguridad, encendido y apagado del control de mando. Junto con su fusible para que interrumpiera el paso de energía en caso que llegue a existir un caso de sobrevoltaje o cualquier otra acción que dañe el equipo de control.



ILUSTRACION 15. CABLEADO DE PANEL DE CONTROL

Fuente: (Propia)

Una vez cableado el panel de control, se comenzó a trabajar en el programa mismo, siendo este en TIA Portal. Configurándose primeramente los equipos que estarían involucrados en el proceso. Para esto se comenzó con el PLC 1214 DC/DC/REL. Luego en la parte de catálogo de hardware se buscaron los 6 módulos de salidas digitales. Específicamente los módulos SM1222. Una vez se seleccionó la parte de control de forma virtual, se pasó a la pantalla. Donde se buscó en sistemas HMI, la KTP700 BASIC PN. Y finalmente se estableció la conexión por medio de Profinet del PLC hacia la pantalla.

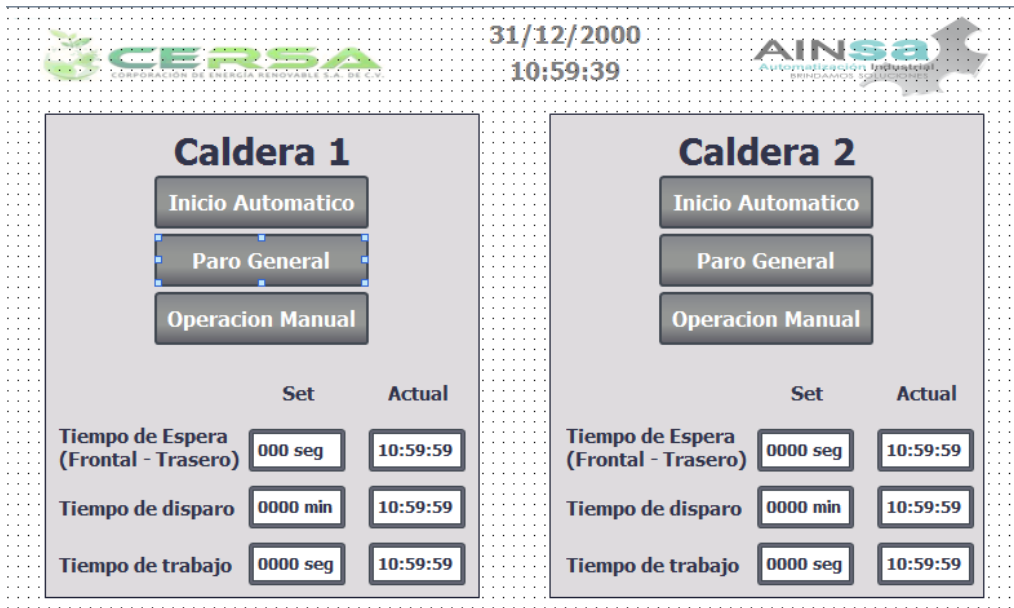


ILUSTRACION 16. CONFIGURACIÓN DE HARDWARE EN TIA PORTAL

Fuente: (Propia)

Una vez agregados todos los equipos al programa, se prosiguió a realizar el diseño de la pantalla KTP700 BASIC PN. De tal forma que pudiera visualizarse primeramente una ventana en la que se controla el tiempo de disparo, de trabajo y de activación Frontal a Trasera de las electroválvulas para cada caldera.

- ✓ El inicio automático, se encarga de iniciar el proceso de forma automática. Llevando y memorizando de esta forma la secuencia acordada.
- ✓ El botón de operación manual se encarga de accionar el modo de funcionamiento manual. Así es como podemos entrar al ciclo del control individual de cada electroválvula. Esto se hizo pensando en cuando quisiera revisarse cada electroválvula de forma individual, en caso que programen un mantenimiento.
- ✓ El paro automático se encarga de cancelar proceso ya sea que se esté trabajando de forma manual o automática.
- ✓ Para los tiempos tenemos dos ventanas. En las cuales la primera columna es donde el operario realiza el seteo de los tiempos. Los cuales son tres, Tiempo de Disparo, Tiempo de Trabajo, y Tiempo de Espera (Frontal-Trasero). La segunda columna, muestra el tiempo transcurrido de los tiempos seteados. Para así llevar un mejor control de prueba de cada disparo.

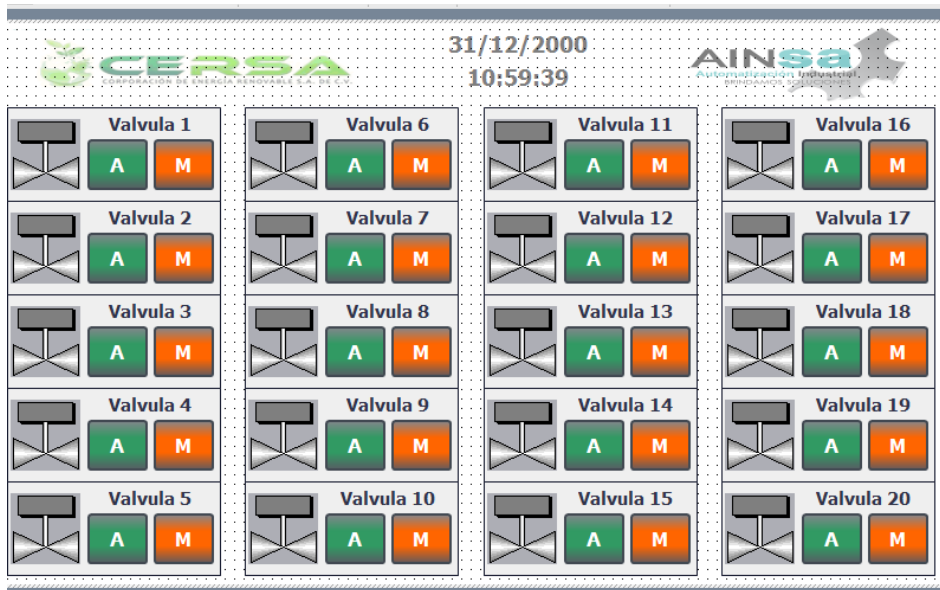


ILUSTRACION 17. VENTANA DE CONTROL GENERAL

Fuente: (Propia)

En las siguientes ventanas se colocaron las 108 válvulas. Cada válvula tiene su forma de operación ya sea en manual o en automático y una imagen de cada electroválvula, en la que se puede visualizar por medio de cambio de colores el estado de las válvulas. Siendo estos estados verde para RUN y su color base que es el gris para STOP.

A su vez, tenemos el modo de operación de cada electroválvula. Teniendo así dos ventanitas, una identificada como A (Automático) y la otra como M (Manual). Ambas están animadas, lo cual significa que se iluminan cuando estén activadas. Es decir, si estamos trabajando en modo Automático, la A se iluminara y si estamos trabajando en modo Manual, la M se iluminara. Sin embargo, solo la M tiene accionamiento. Esto significa que trabaja además como un botón. Siendo este precisamente el responsable de encender cada electroválvula de forma individual.



ILUSTRACION 18. VENTANA DE ELECTROVALVULAS DEL 1-20

Fuente: (Propia)

Antes de llevar el panel a CERSA, se hizo una prueba general para ratificar que este estuviera en óptimo funcionamiento. De esta forma la prueba que se realizó fue encender todas las salidas al mismo tiempo. Apoyándonos de TIA Portal para realizar la programación requerida. Y así asegurarnos que todos los módulos y relays trabajaran correctamente.

Ya en planta, se quitó el panel anterior y se instaló el panel de control nuevo. Dado que nunca se requirió una identificación individual de cada electroválvula, se había perdido control del orden de las mismas. Entonces se prosiguió a conectar cada cable de cada electroválvula a las borneras del panel.



ILUSTRACION 19. PANEL DE CONTROL INSTALADO JUNTO CON KTP700

Fuente: (Propia)

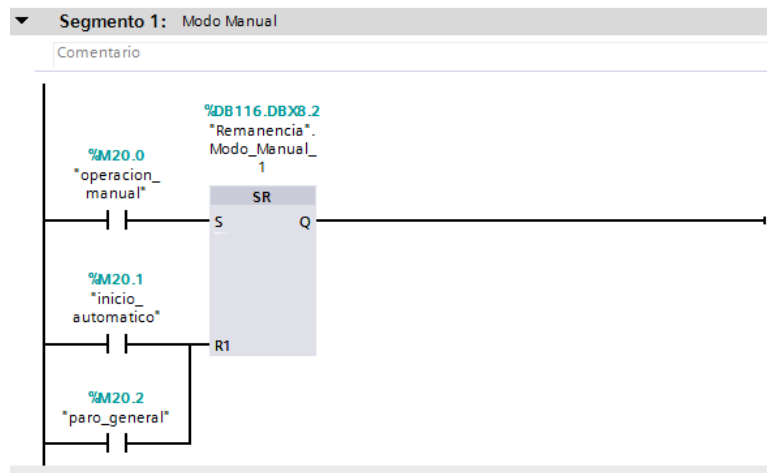
Una vez conectadas cada cable a las borneras del panel de control nuevo, se prosiguió a la identificación de cada una de las señales. De esta forma se estableció un orden tanto físico como en la programación y accionamiento. Y se concluyó que tanto la caldera 1 y 2 cuentan con 54 electroválvulas.

Luego, se trabajó en la parte de la programación, la cual se dividió en dos partes. Una para el control de electroválvulas y la otra para el llamado de las mismas tanto para la caldera 1 como para la caldera 2. En el control de electroválvula se programó el modo de operación manual, automático, paro general y la secuencia de trabajo, lo cual involucra tanto el tiempo de disparo y trabajo como el tiempo de espera entre el accionamiento de la parte frontal con la parte trasera. Mientras que en el llamado de válvulas, se direcciono cada electroválvula a su grupo correspondiente y en base a eso el tiempo.

5.1.1.1 CONTROL DE ELECTROVALVULA

Modo Manual, Automático y Paro General

Para este caso se hizo uso del bloque de función Set/Reset. Un bloque para cada modo de operación. Guardándose estos bloques como bloque de datos. Esto significa que el modo accionado queda memorizado (remanencia) y así se queda activado durante el ciclo.



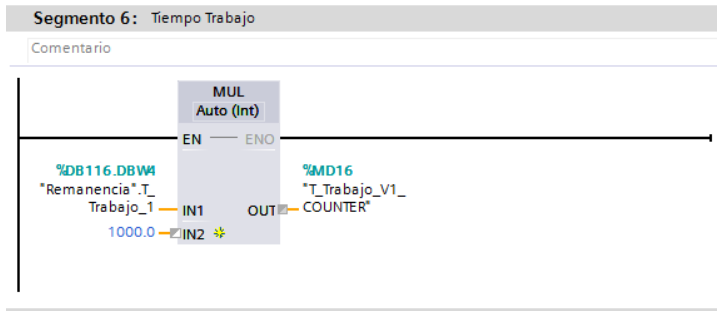
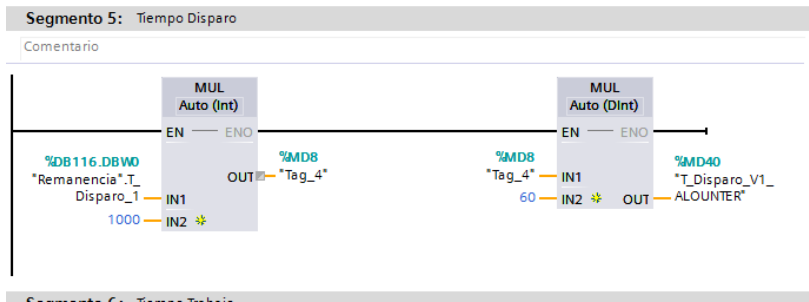
ILUSTRACION 20. MODO DE OPERACIÓN MANUAL

Fuente: (Propia)

5.1.1.2 TIEMPO SETEO/TIEMPO TRANSCURRIDO

Para lograr los cambios entre el tiempo de trabajo y el tiempo de disparo se requirió utilizar bloques temporizadores. Siendo estos tres: TON, TOF, TP. El detalle con estos bloques es que ellos solo reciben tiempo en milisegundos. Lógicamente un operador no trabaja de esta forma sino que lo hace ya sea en segundos o minutos. De esta forma para lograr que el tiempo de disparo y trabajo que el operador ingrese a la ventana sea leído por los bloques y así generar una respuesta, se debe de llevar los datos de forma que cada bloque pueda interpretarlos. Para ello se llevó a cabo una conversión sencilla que va de segundos a milisegundos y de minutos a milisegundos.

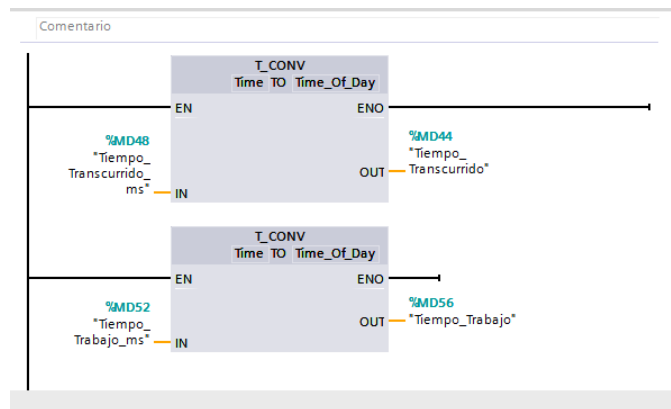
En la parte trasera, además se añadió un tiempo de espera, para que el operador indique el tiempo que debe existir entre el accionamiento frontal con el trasero.



ILUSTRACION 21. CONVERSION A MILLISEGUNDOS

Fuente: (Propia)

De igual forma para la lectura del tiempo transcurrido, se requirió de otra conversión. Solo que esta era del tipo de datos. Siendo estos datos TIME a datos TIME_OF_DAY.



ILUSTRACION 22. BLOQUE DE TIME CONVERSION

Fuente: (Propia)

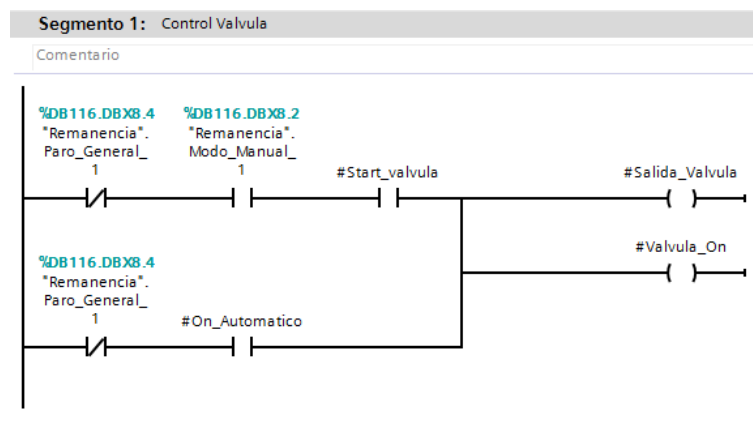
5.1.1.3 SECUENCIA EN AUTOMÁTICO

La secuencia en automático varía tanto para la parte frontal como para la parte trasera. Esto debido a que hay un tiempo seteable de espera entre el accionamiento de ambas. Sin embargo la forma de accionamiento sigue siendo la misma. En la que la electroválvula se activa cada cierto tiempo (tiempo de disparo) durante cierta cantidad

de tiempo (tiempo de trabajo). Para lograr estos cambios se usaron los bloques temporizadores. Los cuales dependiendo del tiempo seteado generan una respuesta. Para el caso de la parte trasera además se agregó un bloqueo. El cual asegura que cuando las electroválvulas de la parte frontal estén trabajando, las de atrás no lo estén haciendo.

5.1.1.4 CONTROL DE LAS ELECTROVÁLVULAS

Aquí es donde se logra la manipulación manual de cada electroválvula, involucrando los demás elementos como ser automático y paro. En donde #Salida_Valvula es para el accionamiento de la electroválvula y #Valvula_On es para la animación del estado de la misma.



ILUSTRACION 23. CONTROL VALVULA

Fuente: (Propia)

5.1.1.5 LLAMADO DE ELECTROALVULAS

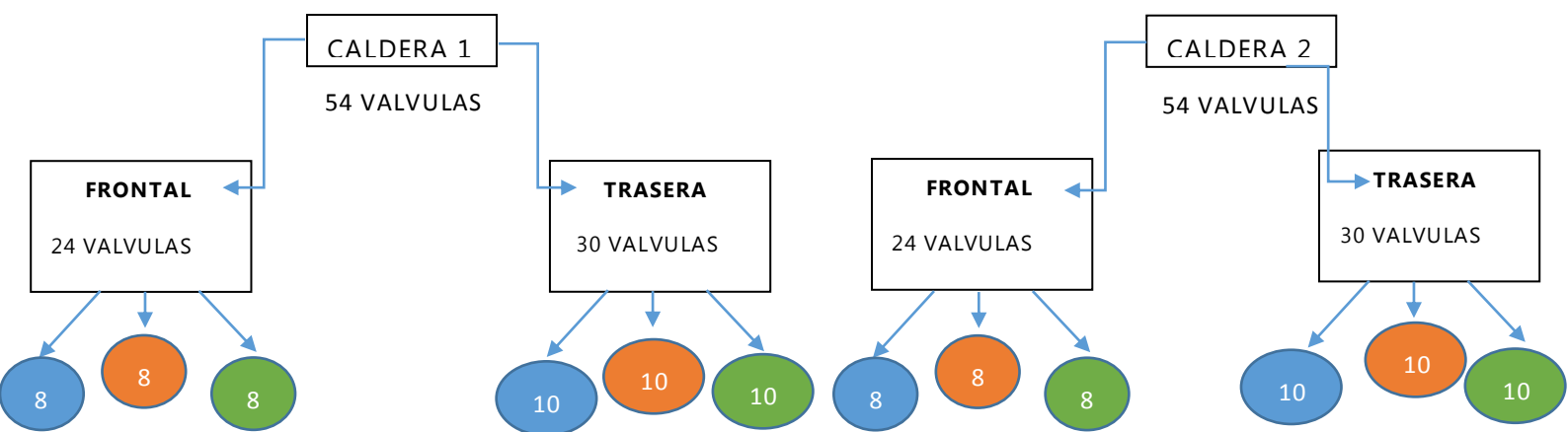
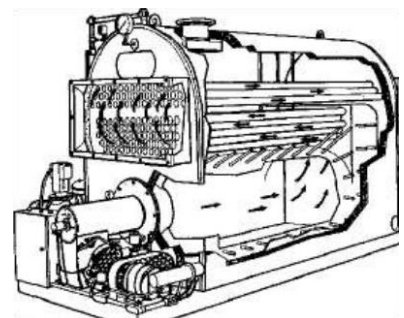
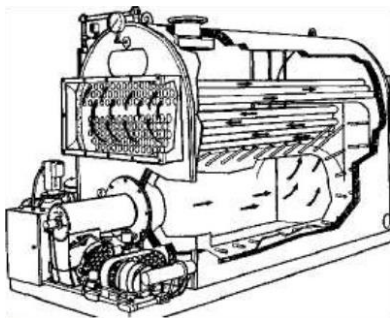
Para el llamado de válvulas se direcciono cada electroválvula a su área correspondiente, siendo estos, grupo Frontal y grupo Trasero. Más adelante, CERSA hizo un mantenimiento de las electroválvulas mismas y todo el sistema y notaron que era necesaria hacer otra división. Ya que al reemplazar las electroválvulas, la presión era demasiado fuerte que estaba dañando la tubería. Entonces se concluyó dividir cada área en tres grupos para minimizar la presión.

La división constaba de tal forma que el primer grupo encendía durante el primer segundo de disparo. El segundo grupo lo hace entre los 8 y 11 segundos siguientes y el tercer grupo durante los 16 y 19 segundos. Esta relación es tanto para la caldera 1

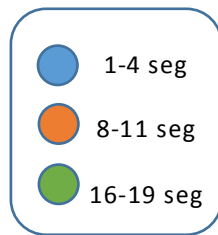
como la caldera 2 y en la parte frontal y trasera. Durando así cada grupo de electroválvulas, 3 segundos en cada área correspondiente.

Finalmente se terminó de elaborar la programación, con cada señal correspondiente a su ciclo de accionamiento. Obteniendo así el control tanto manual como automático de cada una de las electroválvulas con su ciclo de accionamiento correspondiente. Aclarando que al final del mismo se hizo una modificación, ya que se le dio un mantenimiento a las electroválvulas y luego del mismo la presión de disparo era mayor. Entonces al accionarse todo el primer grupo que corresponde a la parte frontal de las calderas, la presión era tan grande que se pudo observar que estaba dañando las tuberías.

Para dar una idea más clara se hará un diagrama de los accionamientos de cada electroválvula por cada caldera.



Tiempos de accionamiento por grupos



5.1.2 GILDAN

Para GILDAN, se comenzó elaborando las celdas de control. Los requerimientos para esta celda era que se contara con un equipo de alimentación durante las 24 horas los 7 días de la semana. A su vez que fuera a prueba de bajas eléctricas. Es decir, en caso que no hubiese energía eléctrica suministrada, que tuviera una opción con batería que trabajara en paralelo, al instante en que no hubiese suministro eléctrico por parte de una empresa.

A su vez, estas celdas deberían ser los controles principales de las bombas. Esto implicaba el tener todos los equipos requeridos para el control de las mismas. En su totalidad son 18 bombas las que se controlan.

El objetivo principal para este proyecto es transportar los químicos implicados en la elaboración de cada color. Este transporte será controlado mediante la selección de los distintos colores en la pantalla KP. Al seleccionar cada color, detrás de ello viene una lógica con las concentraciones de químicos que conlleva cada color. Facilitando así la preparación de estos colores para los operarios. Pues los responsables de suministrar las cantidades necesarias de cada químico serán los variadores de frecuencia.

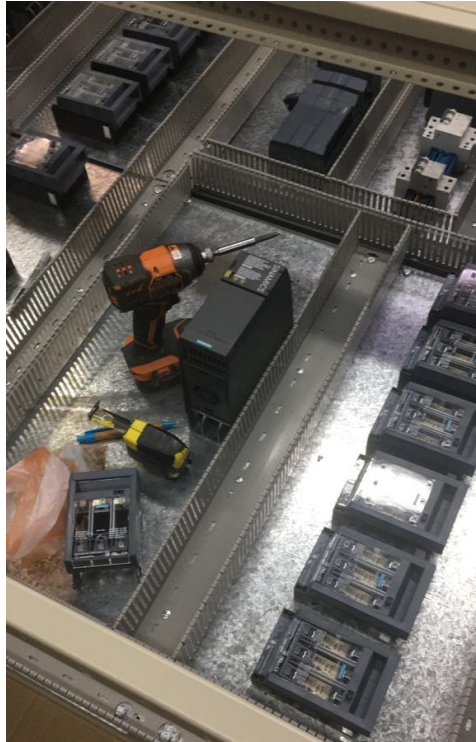
Mi participación en este proyecto fue el armado y cableado de las celdas de control. Y crear un programa para el control manual y cero de cada variador de frecuencia y a su vez el diseño de las ventanas responsables de la parte de control de variadores en la KP.

Para ello lo que se hizo primeramente fue el armado de las celdas en sí. Seguidamente se realizó un cálculo de espacio para la posición de cada equipo de control. Para así ordenarlo de forma conveniente, es decir dividir la parte de control con la parte de

distribución. Una vez listo el cálculo de espacio se prosiguió a fijar cada elemento en las celdas.

Los elementos implicados eran los siguientes:

1. PLC 1200, este PLC es el cerebro del proceso. Aquí es donde se controla cada una de las señales de salida con respecto a una señal de entrada.
2. Fuente, batería y fuente de alimentación ininterrumpida SIEMENS: Este es el equipo de alimentación, encargado de suministrar energía a las celdas. La fuente de alimentación ininterrumpida asegura el funcionamiento de las celdas cuando existan fluctuaciones de energía o falta de energía en su totalidad. Pues trabaja en conjunto no solo con la fuente de alimentación regular, sino también con una batería. Esto permite la intervención de la energía de la batería cuando la fuente de alimentación no este abasteciendo.
3. Variadores de frecuencia G120C: Estos variadores son los responsables de controlar el flujo de los químicos, para de esta forma brindar la concentración requerida para cada color específico.
4. Módulos SM 1241: Estos son los módulos para la comunicación USS. La cual es responsable de lograr la comunicación entre el variador y el PLC.
5. Finalmente, tenemos los componentes regulares, como ser transformadores, fusibles, borneras de distribución, etc.



ILUSTRACION 24. ARMADO DE CELDAS GILDAN

Fuente: (Propia)

Una vez fijado cada equipo en la celda, se comenzó a cablear con su respectiva identificación del cable para así en caso de fallas, se identificara que señal está pasando por ese cable.



ILUSTRACION 25. CABLEADO DE CELDAS GILDAN

Fuente: (Propia)

Luego, se comenzó a trabajar en la programación de los modos de operación de cada variador. De tal forma que cada uno se controlara de forma individual. Y este constara de tres modos los cuales son modo manual, automático y cero. Lo primero que se hizo fue lograr la conexión USS. Para esto se utilizaron los bloques de USS. En las que se identificaron los dos puertos que correspondían a cada módulo 1241. Ya que se colocaron dos de estos, pues cada uno admite hasta 16 variadores. Y para este caso se necesitaban controlar 18.

A continuación, se comenzó a realizar dos bloques de programación. Uno era específicamente para la comunicación USS. Y el otro para el accionamiento del variador. A los cuales llamamos controles. Finalmente lo que se realizó fue un llamado de estos controles para que así funcionaran en conjunto y poder manipular el variador de forma manual.

La forma automática no fue hecha hasta ahora pues involucra más partes del proceso que no se habían trabajado aun.

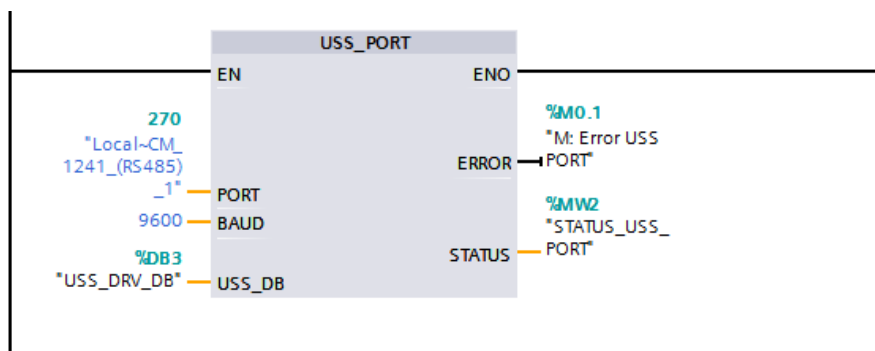
5.1.2.1 USS_PORT

La instrucción "USS_PORT" edita la comunicación a través de la red USS. Esta instrucción se utiliza para controlar la transferencia a o desde un accionamiento.

Parametro	Tipo de Datos	Descripcion
PORT	PORT	Identificación del puerto de comunicación PtP
BAUD	DINT	Velocidad de transferencia para la comunicación USS.
USS_DB	USS_BASE	Referencia al DB de instancia de la instrucción "USS_DRIVE".
ERROR	BOOL	Si se presenta un error, ERROR se pone a TRUE. En la salida STATUS se visualiza un código de error correspondiente.
STATUS	WORD	Valor de estado de la solicitud. Indica el resultado del ciclo o de la inicialización. Encontrará más información acerca de algunos códigos de estado en la variable "USS_Extended_Error".

TABLA 1. USS_PORT

Fuente (Sistema de Información TIA Portal)



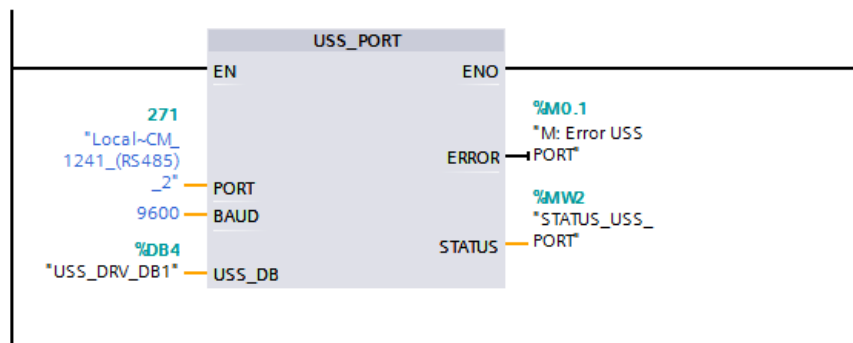


ILUSTRACIÓN 26. BLOQUE USS_PORT

Fuente: (Propia)

Como se observa, primero debe seleccionarse el puerto correcto para la comunicación USS. Dado que nuestro módulo USS es uno lateral seleccionamos el CM 1241.

Seguidamente colocamos la velocidad de transferencia para la comunicación USS, siendo la máxima 9600 baudios.

Por su parte, el USS_DB corresponde al DB creado por el USS_DRIVE.

5.1.2.2 USS_DRIVE

La instrucción "USS_DRIVE" intercambia datos con el accionamiento creando avisos de solicitud y evaluando los avisos de respuesta del accionamiento. Cuando se produce la primera ejecución de "USS_DRIVE", se inicializa el accionamiento indicado en la dirección USS (parámetro DRIVE) en el DB de instancia. Después de la inicialización, las siguientes instrucciones "USS_PORT" pueden iniciar la comunicación con el accionamiento en este número de accionamiento.

Durante la ejecución de la instrucción "USS_DRIVE" no se realiza ninguna transferencia de datos. Tras la ejecución de "USS_PORT" se comunica con los accionamientos. "USS_DRIVE" configura solo los avisos que deben enviarse y evalúa los datos recibidos en una solicitud anterior.

Parametro	Tipo de Datos	Descripcion
RUN	BOOL	Bit de inicio del accionamiento: Si el parámetro tiene el valor TRUE, permite a la entrada utilizar el accionamiento con la velocidad predeterminada.

OFF2	BOOL	Bit "Finalizar en parada": Si el parámetro tiene el valor FALSE, el bit inicia la parada del accionamiento sin frenar.
OFF3	BOOL	Bit de parada rápida - Si el parámetro tiene el valor FALSE, el bit provoca una parada rápida frenando el accionamiento.
F_ACK	BOOL	Bit de acuse de error - Con este bit se desactiva el bit de error de un accionamiento. Se activa después de borrar el error y así el accionamiento detecta que el error anterior no debe notificarse más.
DIR	BOOL	Control de sentido del accionamiento - El bit se activa cuando el accionamiento debe funcionar hacia delante (si SPEED_SP es positivo).
DRIVE	USINT	Dirección del accionamiento: esta entrada es la dirección del accionamiento USS. El rango válido está entre el accionamiento 1 y el accionamiento 16.
PZD_LEN	USINT	Longitud de palabra - Es el número de palabras de datos PZD. Los valores válidos son 2, 4, 6 u 8 palabras. El valor predeterminado es 2.
SPEED_SP	REAL	Consigna de velocidad - Es el porcentaje de la velocidad del accionamiento respecto a la frecuencia configurada. Un valor positivo significa que el accionamiento funciona hacia delante (si DIR tiene el valor TRUE).
CTRL	WORD	Palabra de control - Valor que se escribe en un parámetro del accionamiento configurable por el usuario. El usuario debe configurarlo en el accionamiento. Parámetro opcional.
NDR	BOOL	Nuevos datos listos - Si el parámetro tiene el valor TRUE, el bit notifica que en la salida hay datos disponibles de una

		nueva solicitud de comunicación.
ERROR	BOOL	Con errores - Si el parámetro tiene el valor TRUE, el bit notifica que se ha producido un error y la salida STATUS es válida. Todas las demás salidas se ponen a cero en caso de error. Los errores de comunicación sólo se notifican en las salidas ERROR y STATUS de la instrucción "USS_PORT".
STATUS	WORD	Valor de estado de la solicitud. Indica el resultado del ciclo. No es una palabra de estado emitida por el accionamiento.
RUN_EN	BOOL	Operación autorizada - El bit notifica si el accionamiento está funcionando.
D_DIR	BOOL	Sentido del accionamiento - El bit notifica si el accionamiento funciona hacia delante.
INHIBIT	BOOL	Accionamiento bloqueado - El bit notifica el estado del bit de bloqueo para el accionamiento.
FAULT	BOOL	Error de accionamiento - El bit notifica que se ha producido un error en el accionamiento. El usuario debe solucionar el fallo y activar el bit F_ACK para borrar este bit.
SPEED	REAL	Valor real de velocidad del accionamiento (valor escalado de la palabra de estado 2 del accionamiento) - El valor porcentual de la velocidad del accionamiento respecto a la velocidad configurada.
STATUS	WORD	Palabra de estado del accionamiento - El valor contiene bits de estado fijos de un accionamiento.

TABLA 2. USS_DRV

Fuente (Sistema de Información de TIA Portal)

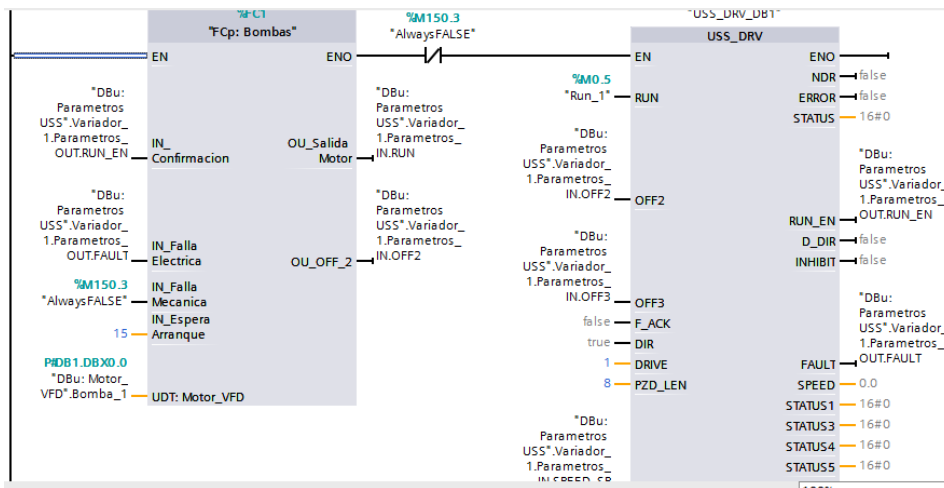


ILUSTRACIÓN 27. LLAMADO DE BOMBAS

Fuente: (Propia)

5.1.2.3 DISEÑO DE VENTANAS DE HMI

Una vez lista la parte de programación se comenzó a trabajar en el diseño de las ventanas de la HMI para el modo de operación de cada bomba. Para ello se hizo uso de ventanas emergentes. En las cuales al pulsar sobre la bomba, inmediatamente se abre una ventana de control. En la que aparecía el modo de operación, pudiendo ser manual, automático, cero.

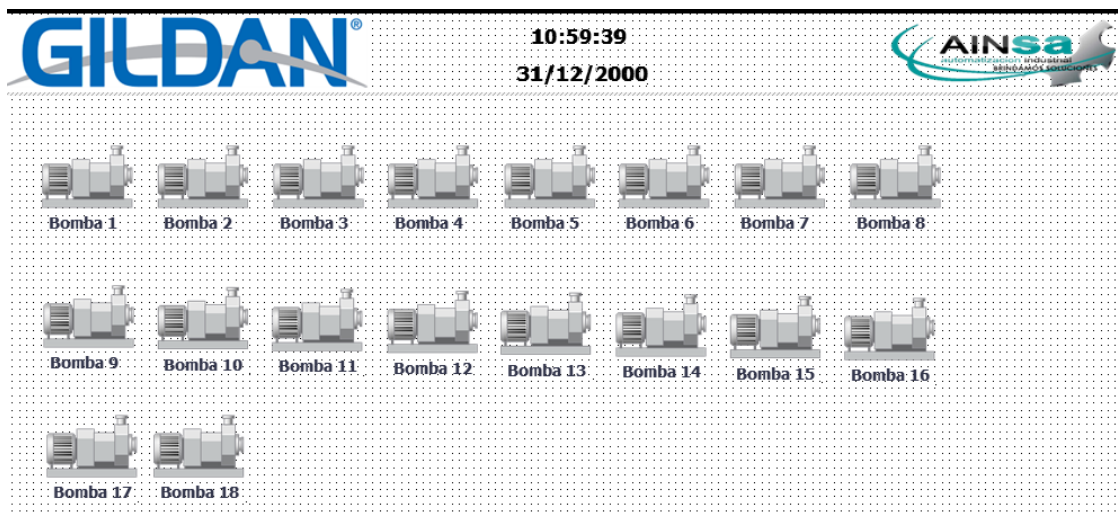


ILUSTRACIÓN 28. VENTANA DE CONTROL DE BOMBAS

Fuente: (Propia)

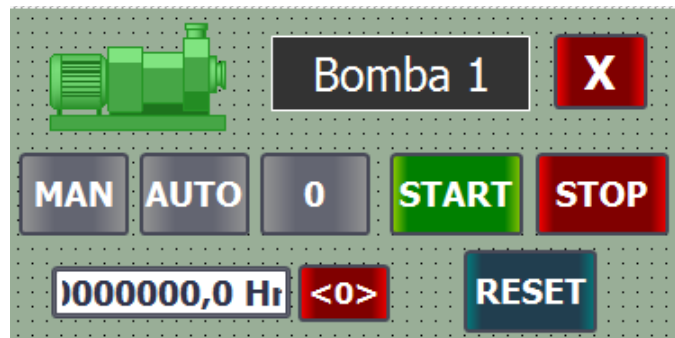


ILUSTRACIÓN 29. VENTANA EMERGENTE DE CONTROL DE BOMBAS

Fuente: (Propia)

De igual forma cada modo tiene su animación. Ya que si esta en modo RUN, la bomba aparece de color verde. En caso que vaya a falla se pone en rojo. Cuando está apagado se queda en su color original que es el gris y cuando requiere de mantenimiento debido a que se llegó a las horas de trabajo estipulada. El color cambia a amarillo.

Incluso se puede visualizar las horas de trabajo de la bomba. Con lo cual es de mucha ayuda para mantenimientos. Ya que cada cierta cantidad de horas se recomienda hacer un paro y revisar las bombas. Esto para alargar la vida útil de las mismas.

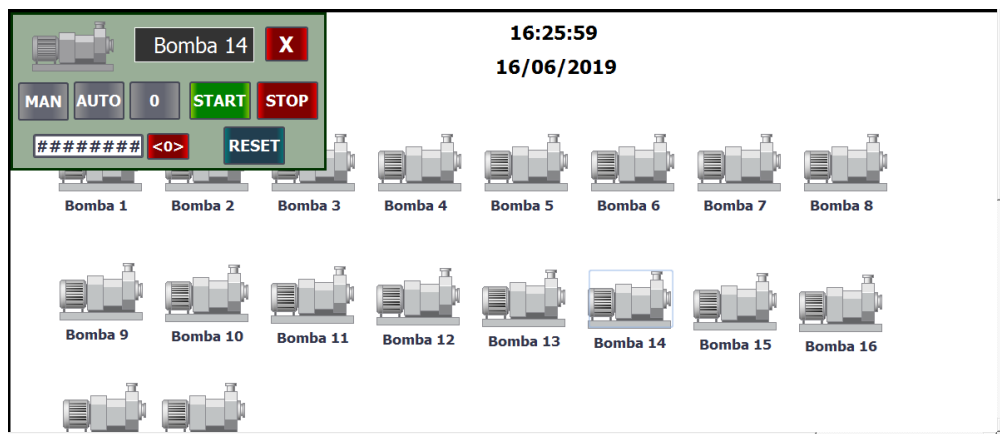


ILUSTRACIÓN 30. VISUALIZACION DE VENTANA EMERGENTE DE CONTROL DE BOMBAS

Fuente: (Propia)

5.1.2.4 PARAMETRIZACION DE VARIADORES DE FRECUENCIA G120C

Finalmente, se prosiguió a parametrizar cada uno de los variadores. El variador de frecuencia usado fue el G120C , es decir que es compacto ya que trae incluida la unidad de control con la unidad de potencia. Lo que si viene por separado es la pantalla que funciona como interfaz. En la que se puede escoger el tipo BOP (Basic Operator Panel) y

el IOP (Intelligent Operator Panel). El utilizado para esta aplicación fue el BOP, ya que es más barato.

Para comenzar con la parametrización se deben cumplir los siguientes requisitos:

1. La alimentación debe estar conectada
2. El Operator Panel debe mostrar consignas y valores reales.

Para efectuar la puesta en marcha se debe pulsar la tecla esc, y moverse a través de las flechas del BOP hasta que aparezca la opción "SETUP" y se selecciona esta opción. En este punto nos aparece la lista de parámetros para la puesta en marcha. Se debe ingresar las especificaciones de los motores. Finalmente se cambia el variador de automático a manual y se activa el RUN para que el variador comience a hacer el reconocimiento del motor y lo guarde en su memoria.

Colocándole los datos de cada bomba, es decir su potencia, el tipo de motor, el voltaje, la corriente, la frecuencia. A su vez se parametriza también el tipo de comunicación en la cual seleccionamos la comunicación USS, con su velocidad respectiva que es 9600 baudios/seg. Es importante aclarar que los datos que ingresemos al variador deben ser los mismos que hemos configurado anteriormente en el PLC. Ya que si son distintos, entonces ocurrirá un error y nunca se lograra establecer la comunicación. Ya que los datos mismos, no concuerdan unos con otros.



ILUSTRACIÓN 31. CELDA DE CONTROL, GILDAN

Fuente: (Propia)

5.1.3 ASESORIA TECNICA

La labor realizada en AINSA también fue dentro de la misma empresa. Para este caso fue dar soporte en el área de ventas. En lo que comprendía asesorar a los clientes cuando quisieran saber cómo funcionaba el equipo que estaban comprando. A su vez orientar a clientes que llegaran con la opción de saber un poco sobre los productos que AINSA ofrece. Esto significó de mucha ayuda personalmente, ya que era una exigencia personal estar al tanto de avances tecnológicos y a su vez conocer el equipo de la empresa para poder brindar soluciones y ayuda.

También se hacía lo que eran pruebas del equipo que el cliente estaba comprando. O en algunos casos el cliente traía un equipo el cual no estaba funcionando correctamente y se le brindaba el apoyo evaluándolo y arreglándolo.

En algunos casos se requería ir a visitar ciertas empresas para hacer evaluaciones o incluso dimensionar equipos. La Cervecería Hondureña es una de las empresas que solicita este tipo de servicios, en las que se les visita las instalaciones para realizar alguna

evaluación de algún equipo que quieran reemplazar. Y finalmente se les vende el equipo moderno.

Para esta práctica se tuvo la oportunidad de participar en cada una de las áreas que AINSA ofrece a sus clientes. Y estas son levantamiento de proyectos, dimensionamiento de equipo, servicio técnico y dar apoyo en las distintas capacitaciones que ofrecen.

6.2 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDADES	SEMANAS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Evaluación en sitio CERSA	■									
Planeación de control automático de electroválvulas		■								
Cableado de panel de control para CERSA		■								
Diseño de ventanas de HMI KTP700 CERSA			■							
Reemplazo e instalación de nuevo panel en CERSA			■							
Identificación de señales de electroválvulas y programación completa y puesta en marcha			■							
Armado, diseño, ubicación de componentes en celda GILDAN		■								
Cableado de celdas GILDAN				■	■	■				
Programación De modo de operación de bombas							■	■	■	
Diseño de ventanas de control de bombas de HMI TP1200									■	
Puesta en marcha de celdas GILDAN										■
Apoyo en asesoría técnica a clientes			■	■	■	■	■	■	■	■

TABLA 3. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Fuente: (Propia)

VII CONCLUSIONES

El proyecto de CERSA, fue exitoso. Según las propias palabras del Gerente de Mantenimiento de CERSA, este proyecto les ha dado resultados muy positivos, pues han incrementado la eficiencia de su producción de energía. Es importante este tipo de sistemas de limpieza ya que al no tener uno, las tuberías se van obstruyendo e incluso se les recorta su vida útil. Causando pérdidas por cuestiones de mantenimientos más seguidos e incluso ruptura de las tuberías. Por otra parte los tiempos de disparo y trabajo de cada electroválvula se pueden setear fácilmente gracias a la ventana principal diseñada. La cual es muy amigable.

Además, con la visualización del tiempo transcurrido es un plus beneficioso. Ya que ellos pueden visualizar en cuanto tiempo se producirá exactamente el siguiente disparo y así asegurarse que el sistema está funcionando correctamente. De igual forma, el modo de operación de las 108 electroválvulas y su funcionamiento se pueden visualizar clara y sencillamente en las ventanas siguientes. Lo cual resulta muy beneficioso al momento de hacer mantenimientos. Pues se puede manipular cada electroválvula manualmente de forma individual.

Para el caso de GILDAN, se logró controlar los 18 variadores de forma manual. Lo cual significa un gran avance para el proyecto en su totalidad pues este se basa principalmente en el funcionamiento de los variadores de frecuencia para así controlar las 18 bombas. De igual forma se probó que las celdas funcionan correctamente y que su instalación fue óptima. Asegurando que hay una comunicación efectiva entre el PLC y los variadores.

Finalmente se diseñó la interfaz de selección de modo de operación de cada bomba mediante pantallas emergentes en las cuales se tienen las opciones para funcionamiento de las mismas. Brindando no solo la visualización del estado de las bombas, sino también las horas de funcionamiento de cada una de ellas para así facilitar los tiempos de mantenimiento de cada una de ellas. Alargando de esta forma su vida útil.

Dentro de la empresa AINSA, se tuvo la oportunidad en esta práctica de participar en las distintas áreas que ofrece esta prestigiosa empresa. Pues pude involucrarme en

levantamientos de proyectos, que esto comprende todo lo que tiene que ver con la instalación, programación y automatización de procesos en las distintas empresas. A su vez realizar dimensionamientos de equipos tanto dentro de AINSA (con clientes que venían a la empresa a comprar equipo) como fuera de AINSA (en sitio en las empresas que requerían de nuestro equipo). También dar apoyo y recibir las distintas capacitaciones que AINSA brinda, dentro de las cuales están TIA Portal, LOGO!, sensores, etc. Lo cual representa una fuente rica en conocimientos de Mecatrónica. Logrando así personalmente lo que considero una práctica exitosa.

VIII RECOMENDACIONES

Para CERSA:

- Planificar bien los proyectos que quieren efectuar, definir claramente cuáles son las necesidades que tienen y que es exactamente lo que quieren solucionar.

Para la Universidad:

- Elaborar más proyectos técnicos para realizarlos en empresas.
- Impartir clases sobre cableado de paneles eléctricos.
- Brindar clases prácticas sobre sensores y actuadores que se encuentren en la industria.

BIBLIOGRAFÍA

1. Accionamiento Electromecánico. (2017). Análisis de circuitos eléctricos alimentados con corriente directa. GRIN Verlag.
2. Alba G., M., Martínez S., D., & Sandoval C., A. (1999). Análisis de riesgos del tratamiento del agua para calderas. México, D.F., MEXICO: Plaza y Valdés, S.A. de C.V. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3216056>
3. Álvarez Flórez, J. A. (2002). Máquinas térmicas motoras - 2. Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña.
4. Angulo Bahón, C., & Raya Giner, C. (2004). *Tecnología de sistemas de control*. Barcelona: Edicions UPC.
5. Berger, H. (2013). *Automating with SIMATIC: controllers, software, programming, data communication, operator control and process monitoring* (5th, rev. and enl. ed ed.). Erlangen: Publicis Pub.
6. Bolton, W. (2006). *Programmable logic controllers* (4th ed). Amsterdam: Elsevier Newnes.
7. García Higuera, A. (2005). *El control automático en la industria*. España: Universidad de Castilla La Mancha.
8. Kuo, B. C., Rodríguez Ramírez, F. J., & Aranda Pérez, G. (1996). *Sistemas de control automático*. México [etc.: Prentice Hall International.
9. Luszczewski, A. (1999). Redes industriales de tubería, bombas para agua, ventiladores y compresores: diseño y construcción. México, D.F.: Reverté.

10. Maloney, T. J., & Mendoza Barraza, C. (2006). *Electrónica industrial moderna*. México: Peason/Educación.
11. Mandado, E. (2011). *Autómatas programables y sistemas de automatización*. Barcelona: Marcombo.
12. Martín, J. C., & García, M. P. (2016). *Arranque y variación de velocidad en motores (Automatismos industriales)*. Editex.
13. Nuevos Negocios en la Red. (2014). *UF0220, Montaje y mantenimiento de los sistemas de control y regulación de parque eólico*. Málaga: Nuevos Negocios en la Red.
14. PLC: Controlador Lógico Programable: Historia. (s. f.). Recuperado 26 de mayo de 2019, de PLC website:
15. Romero Carrillo, P. E. (2018). *Montaje y mantenimiento de líneas automatizadas*.
16. Sanz del Amo, M., & Patiño Molina, M. del R. (2014). *Manual práctico del operador de calderas industriales*. Madrid: Paraninfo.
17. Segovia, V., & Theorin, A. (2012). *History of Control: History of PLC and DCS*, 24.
18. Solé, A. C. (2005). *Instrumentación industrial*. Marcombo.
19. Wildi, T. (2007). *Máquinas eléctricas y sistemas de potencia*. Pearson Educación.
20. Vilardell, E. N. (2013). *Mantenimiento industrial práctico: Aprende siguiendo el camino contrario*. Fidestec.