INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXLA GUTIÉRREZ

INGENIERÍA ELÉCTRICA

REPORTE DE RESIDENCIA

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN EN SOFTWARE CAD LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS DE CONTROL Y POTENCIA, ASÍ COMO IMPLEMENTARLOS EN TABLEROS ELÉCTRICOS PARA AUTOMATIZACIÓN DE TREN DE ELECTROVÁLVULAS DE SISTEMA DE SANEAMIENTO EN LA PLANTA DE TORREÓN DE LA EMPRESA COCA COLA FEMSA.

ASESOR INTERNO

M. EN C. OSBALDO YSAAC GARCÍA RAMOS

ASESOR EXTERNO

ING. FRANCISCO JAVIER MATUS PINEDA

ALUMNO

ADRIAN VIVES HIDALGO

TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS, 15 DE DICIEMBRE DEL 2016

Contenido

CAPITULO I 4
1.1 Introducción 4
1.2 Problemática 4
1.3 Justificación 5
1.4 Objetivo 5
1.5 Alcances y limitaciones 5
Capitulo II 6
2.1 Características del área que se participo 6
2.1.1 Antecedentes de la empresa 6
2.1.2 Organigrama de la empresa 9
2.1.3 Misión, Visión y Valores 9
Capitulo III 11
3.1 Fundamento teórico 11
3.1.1 Sistema de limpieza CIP (Cleaning In Place) 11
3.1.2 Limpieza de tuberías o sistemas cerrados 12
3.2 Red ASI-BUS 13
3.3 Conmutador (Swicht) 14
3.4 Controlador Lógico Programable (PLC) 16
3.4.1 Ventajas de los PLC's 17
3.4.2 PLC Allen Bradley 1769 (L32E) 18
3.5 Cables potencia 19
3.5.1 Elementos componentes 20
3.5.2 Clasificación de los cables de potencia 20
3.5.3 Cables de control 21
3.5.4 Materiales para el aislamiento, cubiertas internas y externas 21
3.5.5 Espesores del aislamiento 21
3.6 Contactor 22
3.6.1 Funcionamiento 22
3.7 Relevadores 23
3.7.1 Descripción del relevador 23
3.8 Arrancadores suaves 24
3.9 Arrancador suave SMC-3TM 24
3.9.1 Modos de funcionamiento 25

3.9.2 Descripción de funciones 25
3.9.3 Arrancador suave SIRIUS 3RW30 27
3.10.- Sensor de temperatura OMNIGRAD MTR10 27
3.10.1 Principio de medición 28
3.10.2 Sistema de medición 29
3.11 Medidor de flujo Proline Promag 10 29
3.11.1 Funcionamiento 29
3.12 Sensor de flujo Magphant 30
3.12.1 Principio de medición 30
3.12.2 Conexión eléctrica 30
3.13.- Variadores de frecuencia 30
3.13.1 Micromaster 420 31
3.14 Normas ANSI / ISA Para Instrumentación 31
Capitulo IV 33
4.1 Procedimiento y descripción de las actividades realizada 33
4.1.2 Diseño De Planos 34
4.2 Filosofía De Operación 37
4.3. Armado del tablero eléctrico de control 46
CAPITULO V 50
5.1 Resultados 50
5.2 Conclusiones y recomendaciones. 50
Referencias 52

CAPITULO I

1.1 Introducción

Las industrias de producción que emplean estrategias y soluciones automatizadas han probado ser el ejemplo a seguir para la elaboración en serie de productos que cumplen con un número específico de condiciones y especificaciones dadas. Una rama significativa de estas empresas son aquellas que elaboran productos farmacológicos, alimentos y bebidas.

El concepto de limpieza de una instalación sin desmontar ningún equipo ni tubería se resume limpieza CIP "Cleaning In Place", que se puede traducir por "Limpieza In Sitio". [1]

La limpieza se lleva a cabo mediante la circulación de agua y disoluciones de productos químicos calientes a través del equipo o tubería que trabaja en contacto con los productos. Su acción física, química y bacteriológica elimina la suciedad y los microorganismos de las superficies.

Otro de los beneficios que nos da un sistema CIP, es la seguridad de los operadores, ya que no se requiere que ingresen a tanques y contenedores a hacer limpieza y en consecuencia no están expuestos a las potentes soluciones líquidas de limpieza.
También se obtienen una serie de beneficios como un ahorro considerable en el uso de productos químicos, así como en el agua utilizada para los lavados, ya que durante los procesos de lavado se utiliza la cantidad necesaria de solución preparada y agua para enjuagues; al final de cada ciclo del sistema se realiza una recolección de la solución y la recuperación de cierta cantidad de agua, esto con el afán de reutilizar posteriormente esta solución preparada y el agua recuperada en otro proceso de limpieza.

1.2 Problemática

Uno de los requisitos primordiales de las empresas de alta calidad dedicadas a la producción de alimentos y de bebidas (refresco, tequila, agua, chocolate, leche, etc.), es que las plantas donde se procesan los productos antes mencionados,

deben de cumplir estándares de calidad, para lograr alcanzarlo es indispensable la limpieza.
Las partes de la planta que entran en este proceso de limpieza tales como tuberías, intercambiadores de calor, tanques, llenadoras, válvulas, entre otros. Después de terminado un ciclo de producción se debe realizar la limpieza.
Para esta limpieza generalmente utilizamos lo que se denomina CIP (Clean in place), que se refiere a los sistemas diseñados para realizar las operaciones de limpieza y desinfección de las instalaciones de proceso en forma automática, sin la necesidad de desmontar o desensamblar las líneas de proceso.
Los ciclos de limpieza pueden ser exclusivamente de agua o soluciones preparadas a base de diferentes químicos como alcalinos, ácidos y sanitizante.
La empresa Coca Cola FEMSA se ve en la necesidad de incrementar sus líneas de producción y por lo tanto debe incluir un sistema nuevo de CIP.

1.3 Justificación

Vale la pena hacer este proyecto, ya que con el diseño e implementación de tableros eléctricos de control desarrollados se podrán realizar las tareas de saneamiento de forma eficiente y segura solicitados por la empresa. Se mejoran el tiempo de producción y se disminuyen los errores dentro de la operación.
La implementación de este sistema trae varios beneficios tales como tiempos reducidos en la limpieza de los equipos, ahorro de gastos, así como una unificación en los mantenimientos realizados en los equipos y por ende pocos especialistas para llevarlo a cabo, lo que hace que el costo de mantenimiento sea menor, y el costo beneficio para la empresa mayor.

1.4 Objetivo

Diseñar e implementar un software CAD los circuitos eléctricos de control y potencia, así como implementarlos en tableros eléctricos para Automatización de tren de electroválvulas, de sistema de saneamiento en la planta de Torreón de la Empresa Coca cola Femsa.

1.5 Alcances y limitaciones

El sistema que se presenta consta de un Hardware y un Software. El Hardware consta de 12 elementos. Como etapa central se tiene el Switch Ethernet el cual tiene como función la interconexión entre equipos, transfiriendo datos de un equipo a otro de acuerdo a la dirección MAC de destino.

Se podrá controlar el accionamiento de los actuadores. Así mismo servirá para supervisar el proceso, ya que desde la pantalla se podrá visualizar en tiempo real el comportamiento del proceso.

En cuestión de software se presentó el problema del espacio en sitio donde el tablero principal se pondría, por lo cual se presentaron propuestas para modificar el área de trabajo.

En la determinación de las estrategias se evaluarán los recursos necesarios para la ejecución de las actividades.

Por otra parte, este estudio pretende servir de guía para atacar y solucionar problemas similares en el Almacén General de otras Plantas productoras y embotelladoras de refrescos.

En cuanto a las limitaciones para la consecución de los objetivos planteados, se encuentra el tiempo ya que por cuestiones de que la planta labora todos los días únicamente contamos con 2 días para montar y dejar funcionando el tablero de manera correcta.

Capitulo II

2.1 Características del área que se participo

2.1.1 Antecedentes de la empresa

AIM Ingeniería es una empresa creada en 2006; con el objetivo de ofrecer servicios integrales que satisfagan las necesidades de ingeniería, diseño, supervisión y ejecución de proyectos, con estándares de calidad.
AIM Ingeniería cuenta con la experiencia en diseño de equipos y sistemas de proceso así como en su instalación; intercambio de calor, bombeo, cocimiento, concentración, destilación, dosificación, esterilización, filtración, pasteurización, homogeneización, tuberías y conexiones, manejo de fluidos y servicios de mantenimiento.

AIM Ingeniería para poder cumplir sus compromisos ha realizado alianzas estratégicas, con compañías vanguardistas tanto en equipos para la

automatización, como en equipos de proceso. La empresa ha logrado el reconocimiento de ROCKWELL AUTOMATION para certificarse como compañía integradora. AIM Ingeniería para equipos especializados de proceso tiene el respaldo, certificación y asesoría técnica de TETRA-PAK (de quien es distribuidor directo).

Cuentan con venta, reparación y refaccionamiento de:

- Intercambiadores de calor.
- Homogeneizadores.
- Bombas y válvulas tipo sanitario.
- Pasteurizadores.

Para ejecutar los servicios antes mencionados, el personal de AIM Ingeniería lo forman profesionales altamente calificados y con amplia experiencia en las siguientes disciplinas:

- Ingeniería de Proceso.
- Ingeniería de Instrumentación y control.
- Ingeniería Mecánica
- Ingeniería Eléctrica.
- Automatización

La empresa también desarrolla actividades de ingeniería aplicada tales como:

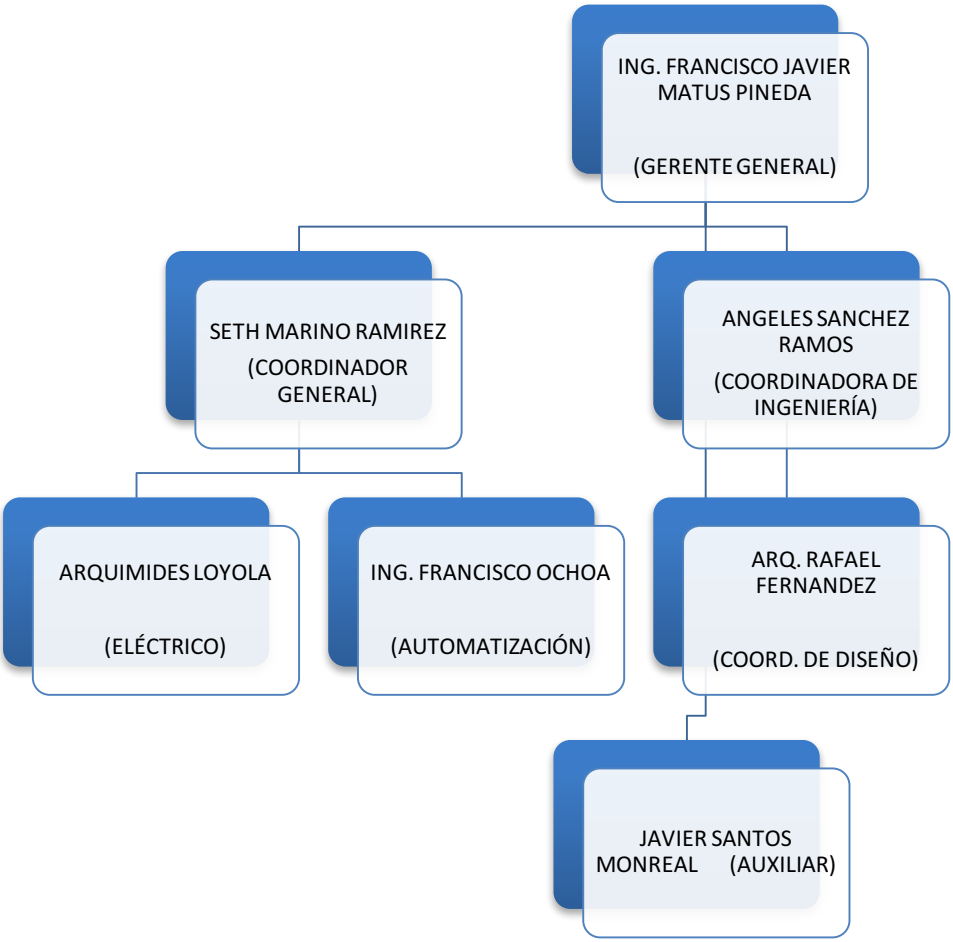
- Ingeniería Conceptual, Básica y de Detalle.
- Diseño de Proyectos e Ingeniería de Planta.
- Dirección de Proyectos.
- Ejecución y Supervisión de Proyectos.
- Selección y Designación de Equipos y Materiales.
- Instalación de Líneas Productivas (Mecánica y Eléctrica).
- Automatización de Procesos y Líneas Productivas.
- Puesta en marcha de Plantas Industriales.

La base operativa con la que AIM Ingeniería opera es una red multidisciplinaria matricial en la que los Ingenieros de Proyectos (Supervisores) atienden a los clientes en forma única e individual, reportando a la Gerencia de Proyectos. [4]

Así mismo, AIM Ingeniería tiene socios estratégicos como por ejemplo: PIABSA, la cual genera los siguientes servicios:

- Selección de Tecnología.
- Diseño Conceptual y de Detalle.
- Planeación Maestra de Proyectos.
- Ingeniería de Proceso.
- Diseño.
- Instalaciones Sanitarias de Equipo y Red de Tuberías.
- Ingeniería de Instrumentación y control.
- Selección y Suministro de Equipos de Instrumentación.
- Integración de Equipos
- Automatización de Procesos y Maquinaria.
- Ingeniería Mecánica
- Montajes mecánicos.
- Tuberías y conexiones. (Sanitaria e Hidro-Sanitaria)
- Ingeniería Eléctrica.
- Instalaciones industriales
- Distribución de Fuerza.

2.1.2 Organigrama de la empresa



2.1.3 Misión, Visión y Valores

Misión

Lograr la completa satisfacción del cliente en proyectos de automatización e instalaciones de proceso, cerrando círculos de sinergia industrial y calidad, posicionándonos como una empresa innovadora, logrando el proceso de los empleados y de la industria mexicana.

Visión

Consolidar la posición estratégica del Grupo AIM Ingeniería dentro del mercado de las instalaciones de proceso y la automatización como una empresa líder en México, cumpliendo con estándares de calidad mundial y satisfaciendo las necesidades de las empresas mexicanas en el ramo industrial alimenticio.

Valores

Para nuestra empresa son de lo más importantes ya que nos llevan a definir la imagen de una empresa profesional y de calidad mundial.

- Honestidad
- Respeto
- Responsabilidad
- Puntualidad
- Orden
- Confidencialidad
- Seguridad

Capitulo III

3.1 Fundamento teórico

La función de la unidad de limpieza CIP es preparar las soluciones de limpieza en la concentración y temperatura adecuadas; y programar los distintos ciclos necesarios para la limpieza de todos los elementos de la planta controlando variables como temperatura, caudal y/o presión. Además, debe funcionar de una manera ordenada, minimizando el consumo energético y con versatilidad en los programas de limpieza.

Un sistema automático que se encarga de la preparación y limpieza de toda la instalación controlando los parámetros de limpieza es fundamental para lograr mantener todos los equipos en condiciones limpias y preparadas para cada etapa de producción. [3]

3.1.1 Sistema de limpieza CIP (Cleaning In Place)

En una industria higiénica, como el caso de alimenticia, farmacéutica y cosmética, la limpieza sistemática de las instalaciones se debe considerar como parte integrante de la producción y no como una opción.

El concepto de limpieza de una instalación sin desmontar ningún equipo ni tubería se resume limpieza CIP “Cleaning In Place”, que se puede traducir por “Limpieza en sitio”. [3]

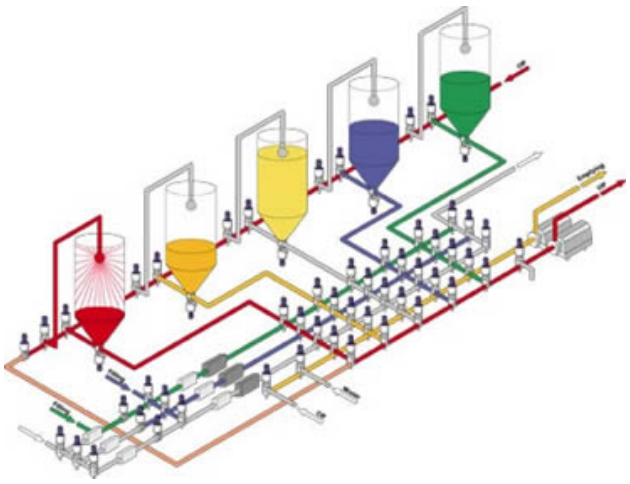


Fig. 1.1.- Sistema CIP

La limpieza se lleva a cabo mediante la circulación de agua y disoluciones de productos químicos calientes a través del equipo o tubería que trabaja en contacto con los productos. Su acción física, química y bacteriológica elimina la suciedad y los microorganismos de las superficies. En el más amplio sentido de la palabra, el proceso de limpieza comprende tres procesos:

- Limpieza: eliminación de suciedad
- Desinfección: reducción del número de bacterias residual en los depósitos y superficies pulidas
- Esterilización: eliminación de todas las bacterias Para eliminar elementos potencialmente contaminantes no basta con aplicar métodos de limpieza convencionales, por el contrario, se necesita implementar un sistema capaz de vencer las fuerzas de unión tanto entre las impurezas y las superficies impregnadas como la de las sustancias entre sí. [7] La efectividad de la limpieza viene determinada por cuatro factores significativos:
- tiempo de duración del ciclo de limpieza
- agente de limpieza, productos químicos o combinación de ellos y la concentración de sus disoluciones
- temperatura elevada proporciona limpiezas más rápidas
- velocidad/caudal de paso de la disolución de limpieza a través de la tubería o equipo a limpiar
- frecuencia entre ciclos de limpieza Un correcto estudio de la ingeniería de diseño permite evaluar el tipo de sistema y diseñar la combinación apropiada de los factores arriba mencionados. Es totalmente necesario que las soluciones de limpieza pasen por toda la superficie de los equipos de la instalación que están en contacto con el producto, y por tanto, no deben existir recovecos ni bolsillos que resulten inaccesibles.

3.1.2 Limpieza de tuberías o sistemas cerrados

Gran parte de los sistemas industriales de producción incorporan tuberías o sistemas cerrados por donde circulan alimentos o ingredientes. Para lograr una limpieza efectiva se hace circular por los equipos e instalaciones durante un tiempo

determinado y con un caudal turbulento. Esta turbulencia sólo asegura la efectividad de la limpieza si presenta el llamado número de Reynolds en una franja de valores adecuada. [14]

3.2 Red ASI-BUS

El bus AS-Interface (la abreviatura del término inglés Actuador-Sensor-Interface) es un bus de campo (nivel 0) que se emplea para realizar interconexiones de sensores/accionadores. Permite ejecutar información de tipo «binario» o analógico entre un equipo «master» de bus y equipos «Slave» de tipo sensores/accionadores.

El Bus "Actuador – Sensor – Interface" (AS-i) sirve como medio de transmisión de información en el nivel de campo y, como PROFIBUS, es un estándar abierto. Existen multitud de fabricantes que ofrecen productos e interfaces AS-i, entre ellos Omron, dispone de la unidad maestra ARM21 para conectar a un PLC.

El AS-interface posibilita una simple y extremadamente eficiente integración de sensores y actuadores en la comunicación industrial, transmitiendo los estados de estos sensores/actuadores y tensión auxiliar mediante un simple cable de dos hilos. A través de un diseño robusto y un grado de protección IP65 o IP67, el bus AS-i se aplica en el nivel más bajo del área de campo, el cual se encuentra sometido a condiciones de trabajo extremas. [17]

AS-i se sitúa en la parte más baja de la pirámide de control, conectando los sensores y actuadores con el maestro del nivel de campo. Los maestros pueden ser autómatas o PC´s situados en los niveles bajos de control, o pasarelas que comuniquen la red AS-Interface con otras redes de nivel superior, como Profibus o DeviceNet.

Principales características técnicas del bus AS-i:

- Max. 31 nodos AS-i con 4 Bit E/S de datos de usuario
- Max. 124 sensores/actuadores de E/S que pueden ser duplicados con direccionamiento ampliado A/B, incluyendo componentes analógicos.
- Empleando el nuevo perfil de la revisión v3.0 del estándar AS-i, S-7.A.A, se pueden conectar hasta 496 estadas y salidas binarias.
- Proceso de acceso con sondeo cíclico en el proceso maestro/esclavo
- Tiempo ciclo máximo 5ms
- Identificación segura de errores e iteración de marcos de fallos.
- Medio de transmisión a través de un cable de dos hilos (2 x 1,5 mm) para datos y un máximo de 2ª de alimentación auxiliar para AS-I. La fuente de

alimentación es de 30 V DC. La señal de la transmisión de datos es modulada. Es posible utilizar una fuente de alimentación adicional de 24V Sensores y actuadores AS-i directamente integrados con los chips AS-i.

- Posibilidad de configuración flexible, como el diseño de estructuras DC (fuente auxiliar) para alimentación suplementaria de los componentes.
- Conexión y ensamblaje de los componentes AS-i con cable específico amarillo auto cicatrizante y codificado mecánicamente para evitar su polarización incorrecta.
- Módulo esclavo AS-i con un circuito integrado (AS-i chip) que no requiere procesador ni software. Esto conlleva a un proceso aproximadamente libre de retardos en el proceso de los módulos esclavos.
- lineales, en estrella o en árbol.
- Longitud máxima de cable de 100m o 300m (con repetidores)

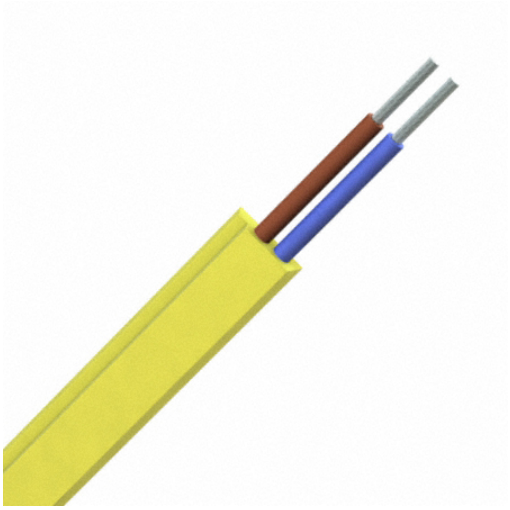


Fig. 1.2.- Cable Asi- Bus

3.3 Conmutador (Swicht)

Cuando sólo dos dispositivos necesitan estar comunicados directamente el uno con el otro por medio de un cable de par trenzado, se puede utilizar el llamado cable cruzado. El cable cruzado simplemente cruza el par de transmisión de un extremo del cable con el par de recepción del otro extremo y viceversa.

Sin embargo, para conectar diversos dispositivos a una LAN se requiere un equipo de red, como un conmutador o Swicht de red. Con un conmutador de red se utiliza

un cable de red convencional en lugar de un cable cruzado. [18]

La función principal de un conmutador de red es remitir los datos de un dispositivo a otro en la misma red. Es un método eficaz, puesto que los datos se pueden dirigir de un dispositivo al otro sin que ello afecte a otros dispositivos que utilicen la misma red.

Un conmutador registra las direcciones MAC (Media Access Control – Control de acceso al medio) de todos los dispositivos conectados. (Cada dispositivo de red tiene una dirección MAC única, que está formada por una serie de números y letras establecida por el fabricante y suele encontrarse en la etiqueta del producto). Cuando un conmutador recibe datos, los remite sólo al puerto que está conectado a un dispositivo con la dirección MAC de destino adecuado.

Los conmutadores suelen indicar su rendimiento en velocidades por puerto y en plano posterior o velocidades internas (ambas en velocidad de bits y paquetes por segundo). La velocidad por puerto indica la velocidad máxima en un puerto concreto. Esto significa que la velocidad de un conmutador, por ejemplo, 100 Mbit/s, suele ser el rendimiento de cada puerto.

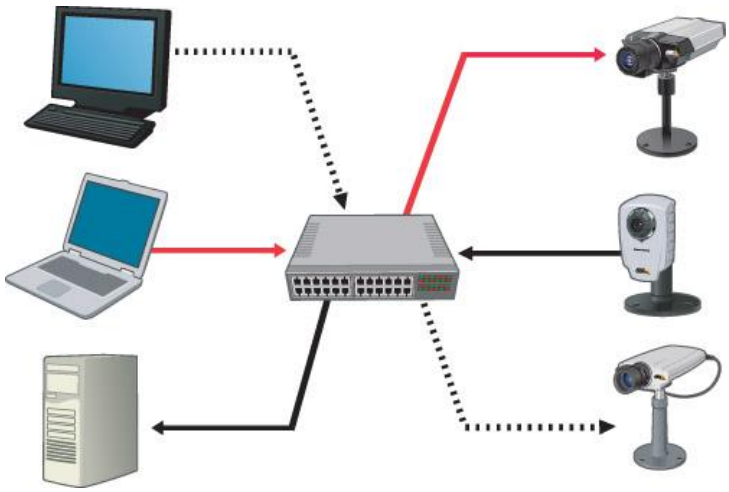


Fig. 2.1.- Red local Ethernet

Un conmutador de red normalmente admite distintas velocidades de transferencia de datos de forma simultánea. La velocidad más común solía ser 10/100, que admite tanto Ethernet 10 Mbit/s como Fast Ethernet. Pero 10/100/1000 se está posicionando rápidamente como el conmutador estándar y, por lo tanto, admite simultáneamente Ethernet de 10 Mbit/s, Fast Ethernet y Gigabit Ethernet. La velocidad y el modo de transferencia entre un puerto de un conmutador y un dispositivo conectado normalmente se determinan mediante la negociación automática, en la que se utiliza la velocidad de transferencia de datos más alta y el

mejor modo de transmisión. Un conmutador también permite que un dispositivo conectado funcione en modo dúplex completo: por ejemplo, enviar y recibir datos al mismo tiempo, dando como resultado un mejor rendimiento. [4]

Los conmutadores pueden tener diferentes características y funciones. Algunas incluyen la función de enrutador. Un conmutador también puede admitir Alimentación a través de Ethernet o Calidad de servicio, que controla la cantidad de ancho de banda que utilizan las distintas aplicaciones.

3.4 Controlador Lógico Programable (PLC)

Un controlador lógico programable (Programmable Logic Controller PLC) es un dispositivo operado digitalmente, que usa memoria para el almacenamiento interno de instrucciones con el fin de implementar funciones específicas, tales como lógica, secuenciación, registro y control de tiempos, conteo y operaciones aritméticas, para controlar a través de entradas/salidas digitales o analógicas, varios tipos de máquinas o procesos. [10]

Los PLC's operan de manera secuencial y cíclica, es decir, una vez finalizado el recorrido completo de un programa, comienza a ejecutar su primera instrucción.

Los elementos que contiene un PLC son:

- Unidad central de proceso
- Módulos de entrada
- Módulos de salida
- Fuente de alimentación
- Dispositivos periféricos
- Interfaces

La unidad central es el "cerebro" del PLC. Este toma las dediciones relacionadas al control de la maquina o proceso. Durante su operación, el CPU recibe entradas de diferentes dispositivos de censado, ejecuta decisiones lógicas, basadas en un programa almacenado en la memoria, y controla los dispositivos de salida de acuerdo al resultado de la lógica programada.

Los módulos de entradas y salidas son la sección del PLC en donde los sensores y actuadores son conectados y a través de los cuales el PLC monitores y controla el

proceso.

La fuente de alimentación convierte altos voltajes de corriente de línea (115V 230V CA) a bajos voltajes (5V, 15V, 24V CD) requeridos por el CPU y los módulos de entradas y salidas.

El funcionamiento del PLC es un continuo ciclo cerrado, primero el sistema operativo inicia la vigilancia de tiempo de ciclo, después el CPU escribe los valores de imagen de proceso de las salidas en los módulos de salida, a continuación la CPU lee el estado de las entradas de los módulos de entrada y actualiza la imagen de proceso de las entradas, el CPU procesa el programa del usuario en segmentos de tiempo y ejecuta las operaciones indicadas en el programa, al final de un ciclo el sistema realiza las tareas pendientes por ejemplo carga y borrado de bloques. [9]

3.4.1 Ventajas de los PLC's

Los PLC's han ganado popularidad en las industrias, debido a las ventajas que ofrecen:

- Son un gasto efectivo para controlar sistemas complejos.
- Son flexibles y pueden ser aplicados para controlar otros sistemas de manera rápida y fácil.
- Su capacidad computacional permite diseñar controles más complejos
- La ayuda para resolver problemas permite programar fácilmente y reduce el tiempo de inactividad del proceso.
- Sus componentes confiables hacen posible que pueda operar varios años sin fallas.
- Capacidad de entradas y salidas.
- Velocidad de operación.

- Están diseñados para trabajar en condiciones severas como: vibraciones, campos magnéticos, humedad y temperaturas extremas.

Fig. 3.1.- Compact logix.

3.4.2 PLC Allen Bradley 1769 (L32E)

El controlador Compact Logix 1769 ofrece control, comunicación y elementos de E/S avanzados en un paquete de control distribuido. El controlador Compact Logix, parte de la familia de controladores Logix, proporciona un sistema pequeño, eficiente y rentable que consta de lo siguiente:

- Puertos incorporados de comunicación para redes Ethernet/IP
- Un módulo de interface de comunicación 1769-SDN proporciona

control de E/S y la configuración remota de los dispositivos a través de DeviceNet

- Un puerto serial incorporado en cada controlador Compact Logix
- Módulos Compact I/O que proporcionan un sistema de E/S compacto, montado en panel o riel DIN
- Funciona con un voltaje de alimentación a 24 VCD.

Este producto está diseñado para montarse en una superficie con conexión a tierra, como un panel metálico. No se necesitan conexiones a tierra adicionales del riel DIN (si se utiliza) o las lengüetas de montaje del controlador a menos de que la superficie de montaje no se pueda conectar a tierra. [14]

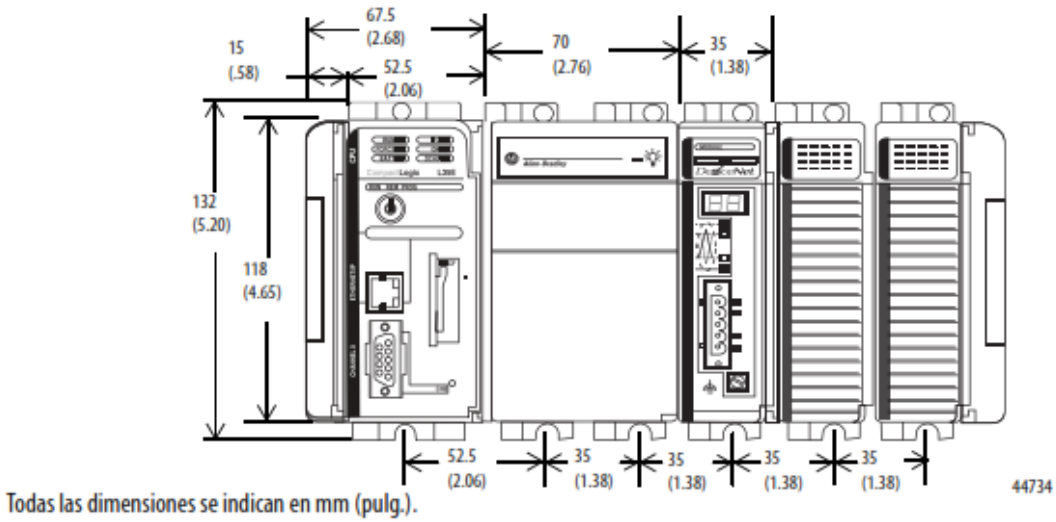


Fig. 3.2.- Dimensiones Compact Logix.

3.5 Cables potencia

Son los conductores que se emplean como alimentadores de equipos, de talleres, en residencias y otros. Su construcción es diferente a la de los juegos de Barras colectoras. Están formados por uno o más conductores, perfectamente aislados y protegidos del exterior por sucesivas capas que le dan aislamiento, hermeticidad y resistencia mecánica.

Los cables de potencia son utilizados principalmente de manera flexible, con movimientos intermitentes y en charolas, tuberías enterradas, enterrados directamente, a la intemperie con humedad o presencia de agua. Los cables de

potencia también son utilizados para la distribución de energía en redes de baja tensión y media tensión, para botonera y transmisión de potencia a equipo portátil. [13]

3.5.1 Elementos componentes

Para un cable de potencia trifásica, los elementos componentes son los siguientes:

Conductores: tienen la función de llevar la corriente hasta la carga. Se utilizan materiales de alta conductividad, fundamentalmente el cobre y aluminio. Para garantizar flexibilidad se fabrican de un solo hilo para secciones de 16 mm2 o menores. El número de conductores dependen de la utilidad que se le dé y del tipo de carga, sea monofásica, trifásica con neutro o sin él.

Aislamientos: se utilizan distintos tipos de aislamientos en la fabricación de cables de potencia. Estos recubren los conductores aislándolos entre sí. En ocasiones se emplea un recubrimiento adicional sobre el conjunto de todos los conductores para la mejora del aislamiento entre ellos y las otras capas protectoras del cable. En la actualidad se fabrican cables de potencia con aislamientos de plástico, de goma, de papel impregnado con aceite aislante. [17]

Envolvente hermética: es una capa impermeable que tiene la función de impedir la penetración de humedad al interior de los aislamientos del cable. Puede ser plástica, de goma, de aluminio o de plomo. Para los cables de baja tensión se utiliza la envolvente hermética de goma o plástico, para cables de hasta 6kv el material de la envolvente es de aluminio, mientras que los cables fabricados con papel impregnado para aislar altas tensiones poseen envolventes herméticas de plomo.

3.5.2 Clasificación de los cables de potencia

De acuerdo a la cantidad de conductores los cables de potencia se clasifican en:

Cable Unificar: Se utilizan en circuitos monofásicos o de corriente directa de gran consumo de corriente (sección transversal muy elevada).

Cable Bifilar: Se aplican en circuitos monofásicos o de corriente directa.

Cable Trifilar: Son empleados en circuitos trifásicos sin neutro, o con el, cuando por este la corriente no alcanza el 75 % de la nominal de las fases y la envolvente del cable es de aluminio.

Cable Tetrafilar: Son utilizados en circuitos trifásicos con neutro. [16]

3.5.3 Cables de control

Los cables de control se usan para llevar señales entre aparatos en interface directa con el sistema eléctrico de fuerza, tal como transformadores de corriente, transformadores de potencial, relés e interruptores y equipos de medición. Son cables multiconductores que llevan señales eléctricas usadas generalmente para monitorear o controlar sistemas eléctricos de fuerza y sus procesos asociados.

3.5.4 Materiales para el aislamiento, cubiertas internas y externas

En la normatividad internacional aparecen diferentes tipos de aislamiento genérico y entre ellos podemos producir además en versión libre de halógenos (LS0H). Si bien existe una importante variedad de materiales aislantes adecuados para

Satisfacer las aplicaciones especiales, el Policloruro de Vinilo (PVC) sigue siendo el material aislante más utilizado para cables de baja tensión, por su favorable relación costo/beneficio, aunque el mundo tiende a reemplazarlos por la Poliolefina Termoplástico Libre de Halógenos LS0H (EVA) para garantía de la vida humana.

Diversas formulaciones en la composición del PVC permiten destacar algunas de las propiedades y en consecuencia mejorar el comportamiento bajo condiciones distintas de las estándar, como por ejemplo temperaturas de servicio extremas, resistencia a aceites y/o productos químicos, propagación de llama, etc. [16]

3.5.5 Espesores del aislamiento

El espesor del aislamiento debe proveer al conductor la suficiente resistencia dieléctrica para soportar la tensión de trabajo para la que es diseñado el cable y la necesaria resistencia mecánica para soportar los esfuerzos propios del montaje y del servicio. Este espesor varía también en función de la norma a que debe responder el cable.

En las tablas correspondientes a cada cable se indica el espesor promedio mínimo de cada uno según su norma de fabricación.

En aquellas instalaciones donde el medio puede agredir física o químicamente a la cubierta externa, se aconseja aplicar una cubierta adicional de un compuesto resistente a la agresión esperada. [18]

3.6 Contactor

Un contactor es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se dé tensión a la bobina (en el caso de ser contactares instantáneos). Un contactor es un dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación, con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción. Este tipo de funcionamiento se llama de "todo o nada". En los esquemas eléctricos, su simbología se establece con las letras KM seguidas de un número de orden. [16]

3.6.1 Funcionamiento

Los contactos principales se conectan al circuito que se quiere gobernar. Asegurando el establecimiento y cortes de las corrientes principales y según el número de vías de paso de corriente podrá ser bipolar, tripolar, tetra polar, etc. realizándose las maniobras simultáneamente en todas las vías.

Los contactos auxiliares son de dos clases: abiertos, NA, y cerrados, NC. Estos forman parte del circuito auxiliar del contactor y aseguran las auto alimentaciones, los mandos, enclavamientos de contactos y señalizaciones en los equipos de automatismo.

Cuando la bobina del contactor queda excitada por la circulación de la corriente, esta mueve el núcleo en su interior y arrastra los contactos principales y auxiliares, estableciendo a través de los polos, el circuito entre la red y el receptor. Este arrastre o desplazamiento puede ser:

- Por rotación, pivote sobre su eje.
- Por traslación, deslizándose paralelamente a las partes fijas.
- Combinación de movimientos, rotación y traslación. Cuando la bobina deja de ser alimentada, abre los contactos por efecto del resorte de presión de los polos y del resorte de retorno de la armadura móvil. Si se debe gobernar desde diferentes puntos, los pulsadores de marcha se conectan en paralelo y el de parada en serie.

3.7 Relevadores

Un relevador es un dispositivo electromagnético que permite que la corriente llegue en su totalidad a uno o más dispositivos utilizando cables más cortos para evitar caídas de tensión y separe las secciones de control y de potencia. Por norma internacional se considera el siguiente orden de conexión: en las terminales 85 y 86 es dirigida una corriente de mando a través de la bobina, actuando como imán y generando un campo magnético el cual atrae la armadura portadora del contacto (platino), cerrando o abriendo el circuito de servicio a través de las terminales 30 y 87.

Existen diferentes tipos de relevadores tales como:

- Conmutación (se conectan dos accesorios a la vez)
- Potencia
- De corriente de trabajo

3.7.1 Descripción del relevador

El relevador está formado por una bobina de control y un contacto de platino, que al energizarse la bobina actúa como un imán abriendo o cerrando el contacto de platino.

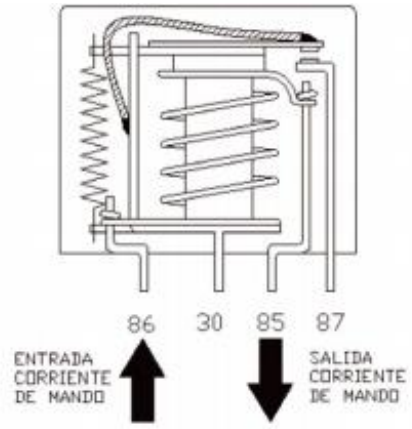


Fig. 4.1.- Pines del relevador.

3.8 Arrancadores suaves

Los arrancadores suaves son equipos que contribuyen a disminuir el pico de corriente de energía eléctrica al momento de arrancar motores de grandes potencias y/o disminuir el par de arranque en maquinaria especializada

Los arrancadores suaves optimizan las secuencias de arranque y de parada (aceleran y desaceleran), aumentan la productividad, permiten ahorro de energía / mantenimiento y protegen los motores de inducción trifásicos.

El control de la tensión aplicada al motor por medio de los ajustes del ángulo de disparo de los tiristores permite a los arrancadores suaves arrancar y parar un motor eléctrico de modo suave y controlado.

Con los ajustes adecuados de las variables, el par producido es ajustado a las necesidades de la carga para que la corriente necesaria sea la más baja posible en los arranques.

Los arrancadores suaves son microprocesados, totalmente digitales y proyectados para asegurar el mejor rendimiento en el arranque y parada de los motores de inducción, además de ser una solución completa y de bajo coste. La Interfaz hombre máquina permite un fácil ajuste de los parámetros que proporciona una programación y operación simple. [17]

3.9 Arrancador suave SMC-3TM

El arrancador suave compacto e inteligente SMC-3 ofrece mayor inteligencia en un diseño de dimensiones compactas. El tiempo improductivo se reduce gracias a la protección avanzada de los materiales, del equipo y del bobinado del motor. Como estándar, este dispositivo de control verdaderamente trifásico protección contra sobrecarga con clase de disparo ajustable, derivación integrada, mejores sistemas de diagnóstico del motor y del sistema, capacidades de arranque de motor para motores de inducción de jaula de ardilla estándar y con arranque estrella-triángulo, contactos auxiliares configurables y múltiples modos de arranque y paro.

Fig. 5.1.-Arrancador SMC-3TM.

El controlador inteligente SMC-3TM es un controlador de motores de estado sólido compacto y fácil de usar diseñado para operar motores trifásicos. Tiene un relé de sobrecarga y un contactor de derivación SCR incorporados en las tres fases, lo que permite medidas más pequeñas que las de otros arrancadores suaves en el mercado. Los modos de operación del controlador incluyen arranque suave, paro suave, arranque con límite de corriente y arranque rápido. [18]

Los controladores ofrecen dos rangos de voltaje: 200...480 VCA y 200...600 VCA. Todos los rangos de voltaje funcionan a 50 ó 60 Hz.

3.9.1 Modos de funcionamiento

- Rangode1 a 480A
- Protección electrónica contra sobrecarga del motor incorporada
- Derivación de marcha/SCR incorporada
- Compatibilidad con Delta

3.9.2 Descripción de funciones

Protección electrónica contra sobrecarga del motor
El controlador SMC-3 incorpora de manera estándar protección electrónica contra sobrecarga del motor. Esta protección contra sobrecarga del motor se realiza

electrónicamente mediante el uso de transformadores de corriente en cada una de las tres fases. La protección contra sobrecarga del controlador es programable, por lo que el usuario dispone de flexibilidad. Las opciones de clases de disparo por sobrecarga son desactivadas, 10, 15 ó 20. La corriente de disparo se selecciona fácilmente ajustando el potenciómetro giratorio a la capacidad nominal de corriente de carga completa del motor. El restablecimiento de disparo puede ser fijado en el modo automático o manual. [13]

Sobre temperatura

El SMC-3 monitorea la temperatura del SCR mediante termistores internos. Cuando se alcanza la temperatura nominal máxima de los polos de alimentación, la microcomputadora desactiva el SMC, se indica un fallo de TEMP mediante el indicador LED y se cierra el contacto de fallo 97/98.

Protección contra inversión de fases

Cuando se habilita mediante un micro interruptor, la alimentación de entrada trifásica se verifica antes del arranque. Si se detecta que la fase de la alimentación de entrada es incorrecta, se cancela el arranque y se indica un fallo.

Desequilibrio de fases

La unidad monitorea el desequilibrio entre corrientes de fases. Para evitar dañar el motor, la unidad se dispara si la diferencia entre la corriente de fase mínima y la corriente de fase máxima supera el 65% por 3 segundos, y se indica un fallo.

SCR en cortocircuito

Antes de cada arranque, y durante el arranque, la unidad verifica todos los SCR para determinar si hay cortocircuitos y conexiones de carga de la unidad al motor. Si hay un SCR en cortocircuito en el SMC-3 y/o carga abierta, se cancela el arranque y se indica un fallo de carga abierta o SCR en cortocircuito. Esto evita daños producidos por el desequilibrio de fases.

Pérdida de fase/carga abierta

La unidad no intenta realizar un arranque si hay una condición monofásica en la línea. Esto evita que se queme el motor durante un arranque monofásico. [9]

Pulsador de prueba
La unidad con cableado de control puede probarse para determinar si existen condiciones de fallo usando la función del pulsador de prueba.
Presione el botón de restablecimiento durante 7 segundos para activar el fallo Aux (97, 98) y desactive el SMC-3. Para borrar, presione el botón de restablecimiento, o desconecte y vuelva a conectar la alimentación de control al dispositivo.

3.9.3 Arrancador suave SIRIUS 3RW30

El arrancador suave SIRIUS 3RW30 vela por todos los elementos mecánicos frente a los esfuerzos transmitidos a la máquina durante el arranque, mediante la reducción de par inicial, y protege la red de alimentación de los picos de corriente producidos en este proceso, mediante la reducción de la corriente absorbida, evitando con esto la corriente de conmutación o golpes de par de los Estrella-Triángulo.

Principales ventajas:

- Adaptación al tipo de accionamiento a través de dos únicos potenciómetros tensión de arranque (40…….100%) y tiempo de aceleración hasta 20 seg.
- Pérdidas de potencia mínimas debido a los contactos de puenteo interno (By-pass integrado)
- Hasta un70% de ahorro de espacio en el armario eléctrico, comparado con los Estrella-Triángulo.
- Rapidez de montaje con 3 hilos al motor.

3.10.- Sensor de temperatura OMNIGRAD MTR10

OMNIGRAD MTR10 es un sensor que mide la temperatura, se caracteriza por sus aplicaciones:

- Rango Universal de aplicación
- Rango de medición: -200 ... 600 ° C (-328 ... 1112 ° F)
- Rango de hasta 75 bar (1088 psi)
- Grado de protección: IP 68
- Elementos sensores de vibración resistente hasta 60g

3.10.1 Principio de medición

Estos termómetros de resistencia utilizan un sensor de temperatura Pt100 según IEC 60751. Esta temperatura sensor es una resistencia de platino sensible a la temperatura con una resistencia de 100 Ω a 0 ° C (32 ° F) y una temperatura de coeficiente α = 0.003851 ° C-1

.

En general, existen dos tipos de termómetros de resistencia de platino:

- herida de alambre (WW): Aquí, una doble bobina de alambre fino de platino, de alta pureza se encuentra en un soporte de cerámica.

Esto entonces se sella la parte superior e inferior con una capa protectora de cerámica. Tal resistencia termómetros no sólo facilitar las mediciones muy reproducibles sino también ofrecer una buena estabilidad a largo plazo de la resistencia / característica de temperatura dentro de rangos de temperatura hasta 600 ° C (1112 ° F).Este tipo de sensor es relativamente de tamaño grande y es relativamente sensible a las vibraciones.

Los termómetros de resistencia de platino de película delgada (TF): A, capa de platino ultra pura muy delgada, aprox. 1 micras de espesor, se vaporiza en el vacío sobre un sustrato cerámico y luego estructurado fotolitográficamente. La pistas conductoras de platino formados de esta manera crear la resistencia de medición. Revestimiento adicional y capas de pasivación se aplican y se protegen de forma fiable la capa delgada de platino de la contaminación y la oxidación incluso a altas temperaturas. [13]

Las principales ventajas de los sensores de temperatura de capa fina más de alambre enrolladas versiones son sus tamaños más pequeños y mejor resistencia a las vibraciones. Un relativamente baja desviación basado en principios de la resistencia / temperatura característica de la característica estándar de IEC 60751 con frecuencia se observa entre sensores TF en altas temperaturas.

Como resultado, los valores límite ajustados de la categoría A de tolerancia según IEC 60751 sólo pueden ser observado con sensores de TF a temperaturas de hasta aprox. 300 ° C (572 ° F).Por esta razón, los sensores de película delgada son generalmente sólo se utiliza para mediciones de temperatura en rangos por debajo de 400 ° C (932 ° F).

3.10.2 Sistema de medición

Ejemplo de aplicación

- Termómetro con transmisor cabeza amueblada
- Campo RIA16 unidad de visualización

La unidad de visualización registra la señal de medición analógica desde el transmisor cabeza y muestra esto en la pantalla. La Pantalla LCD muestra el valor medido actual en forma digital y como un gráfico de barras que indica una violación valor límite. La unidad de visualización se conecta al circuito de 4 a 20 mA y obtiene la energía necesaria a partir de ahí.

La barrera activa RN221N (24 V DC, 30 mA) tiene una salida con separación galvánica para el suministro de tensión al bucle transmisores de potencia. La fuente de alimentación universal funciona con una tensión de alimentación de entrada de 20 a 250 V DC / AC, 50 /60 Hz, lo que significa que se puede utilizar en todas las redes de energía internacionales. [13]

3.11 Medidor de flujo Proline Promag 10

El Proline Promag 10D es un medidor de flujo electromagnético para la medición bidireccional de líquidos conductivos. Se emplea para la medición de flujo en aplicaciones con agua de servicio o agua para consumo doméstico. Debido a su fácil instalación y funcionamiento, su diseño robusto y su bajo precio, se puede emplear para aplicaciones que anteriormente sólo se podían basar en principios sencillos de medición. Está disponible con certificado para agua potable según las normas KTW/W270, WRAS BS 6920, ACS y NSF 61.

3.11.1 Funcionamiento

Conforme a la ley de inducción magnética de Faraday, un elemento conductor que se mueve a través de un campo magnético, genera cierto voltaje. En el principio de medición electromagnética, el líquido que circula, es el elemento conductor. El voltaje generado es proporcional a la velocidad del líquido. El flujo volumétrico se calcula a partir de la sección transversal de la tubería, por la velocidad.

3.12 Sensor de flujo Magphant

El monitor de flujo Magphant ofrece el sistema de la planta con la información necesaria sobre el caudal en la tubería. El principio de medición magnético inductivo determina la velocidad del líquido conductor de flujo en la punta del sensor. Al exceder el punto de actuación predefinido (valor límite) se indica mediante un contacto de relé. Un análogo 4... 20 mA señal proporcional al flujo también está disponible para el control de la velocidad de flujo al mismo tiempo. El Magphant es ideal para la protección de procesos y monitoreo. [15]

3.12.1 Principio de medición

De acuerdo con la ley de Faraday de la inducción magnética, se induce una tensión en un conductor de que se mueve a través de un campo magnético. En el principio electromagnético de medición del fluido circulante representa el conductor en movimiento. La tensión inducida es proporcional a la velocidad de flujo y se alimenta al amplificador de medición por un par de electrodos.

La electrónica controlada por microprocesador, con un establo de punto cero, convierten el voltaje en una señal analógica de 4... Señal de salida de 20 mA.

3.12.2 Conexión eléctrica

El diagrama de conexión se muestra en la siguiente imagen. Se debe seguir con las especificaciones de cableado y conexión de cables:

- Sección transversal del cable: máx. 1,5 mm2
- Diámetro del cable: 7 ... 12 mm
- Glándula de cable: PG 16
- Para este tipo de sensor debe usarse cable blindado.

3.13.- Variadores de frecuencia

Un variador de frecuencia (siglas VFD, del inglés: Variable Frequency Drive o bien AFD Adjustable Frequency Drive) es un sistema para el control de la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna (AC) por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor. Un variador de frecuencia es un caso especial de un variador de velocidad. Los variadores de frecuencia son también conocidos como drivers de frecuencia ajustable (AFD), drivers de CA, micro

drivers o inversores. Dado que el voltaje es variado a la vez que la frecuencia, a veces son llamados drivers VVVF (variador de voltaje variador de frecuencia).

3.13.1 Micromaster 420

El micromaster 420 es una gama de convertidores de frecuencia (variadores) para modificar la velocidad de motores trifásicos. La gama de modelos disponible abarca de entrada monofásica de 120 W a entra trifásica de 11kW.

Los convertidores están controlados por microprocesador y utilizan tecnología IGBT (Insuled Gate Bipolar Transistor) de última generación. Esto les hace fiables y versátiles. Un método especial de modulación por ancho de impulsos con frecuencias de pulsación seleccionable permite un funcionamiento silencioso del motor. Extensas funciones de protección ofrecen una protección excelente tanto del convertidor como del motor.

Con sus ajustes por defecto realizados en fábrica, el micromaster 420 es ideal para una gran gama de aplicaciones de control de motores simples. Puede utilizarse también en aplicaciones de control d motores más avanzadas usando sus extensas listas de parámetros.

3.14 Normas ANSI / ISA Para Instrumentación

Símbolos e Identificaciones Actualización al 13 de Julio de 1992

Todos los procesos que la actividad humana desarrolla, están normados con el fin de lograr idiomas o medios de comunicación que presupone un lenguaje común para las diferentes actividades profesionales. La estandarización ofrece los fundamentos para este lenguaje.

La Instrument Society of America de los Estados Unidos crea y actualiza permanentemente, las normas usadas en la instrumentación empleada en todo proceso [19]

La creación de un manual tiene como objetivo el uniformar los conocimientos en el campo de la instrumentación y no pretende ser un elemento estático, sino en permanente revisión, pues una de las características de una norma es su actualización repetitiva

Este apunte se basa en ANSI / ISA versión 1992.

Toda estandarización tiene fortalezas y debilidades, su fortaleza es que puedes ser usado en forma interdisciplinaria y su debilidad es la dificultad en ser lo suficientemente especifico, para satisfacer la necesidad de una especialidad en particular

La simbología ha sido consensuada, por grupos interdisciplinarios, para satisfacer una amplia gama de aplicaciones industriales. Los símbolos y su designación permiten: tener herramientas de diseño, enseñar dispositivos, siendo un medio especifico de comunicación para técnicos, ingenieros etc. Esto comunica conceptos, hechos, instrucciones y conocimientos

En el pasado y en el futuro la estandarización debe ser lo suficientemente flexible para describir lo justo.

En la parte final de la simbología se ofrecen definiciones y conceptos para describir elementos nuevos por ejemplo:

Control distribuido, control programable, displays etc.

Describe elementos para los nuevos sistemas de control, además del uso del método SAMA (Scientific, Aparatus Makers Association) de diagramas funcionales que emplean para las funciones block y las designaciones de funciones. Para ayudar en procesos industriales donde la simbología binaria es extremadamente útil aparecen nuevos símbolos binarios en líneas. [20]

Capitulo IV

4.1 Procedimiento y descripción de las actividades realizada

La Planta de Torreón de la empresa COCA COLA FEMSA se dedica al proceso y embotellado de refrescos. Esta planta cuenta con diversas áreas como se muestra en la siguiente figura 5.2.

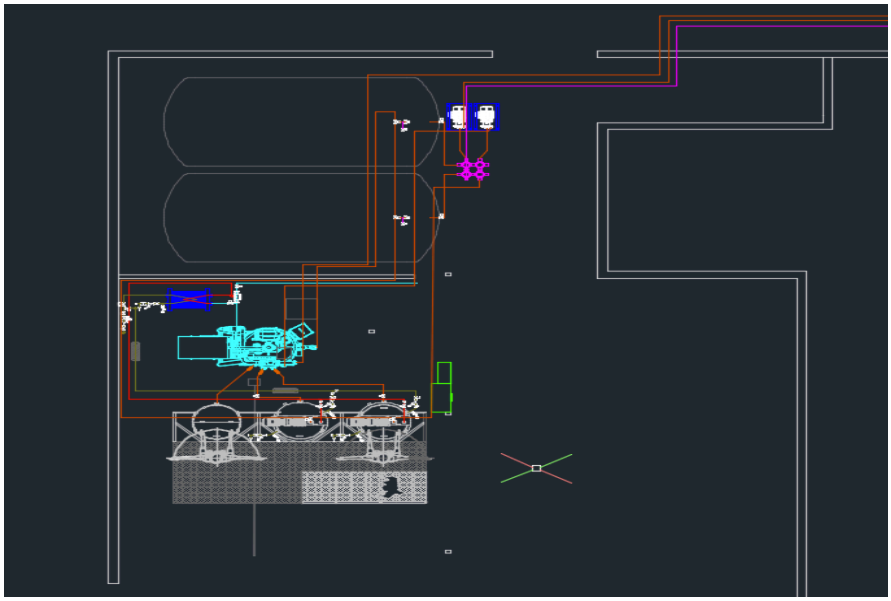


Fig. 5.2.-Lay-Out de la planta Coca Cola Torreón.

Debido a la demanda de producción la empresa decidió realizar una ampliación en el área de llenadoras, así como también la instalación del equipo necesario para el embotellado de dicho producto.

De acuerdo a las necesidades, de la planta contrató a una empresa de diseño mecánico para realizar las modificaciones de las tuberías y la elección de los equipos mecánicos necesarios para llevar acabo los procesos. Así mismo en lo que respecta a la parte de automatización y control la empresa contrató a la empresa AIM Ingeniería, para la realización del diseño de control, desarrollo de software y puesta en marcha del proyecto. En dicho proyecto se desarrollará la presente residencia.

El rediseño de tuberías en las áreas sobre las que se desarrolla el proyecto es directamente el área de llenadoras, embotelladoras y CIP de tanques asépticos.

También en el área de llenadoras se cuenta con el equipo de bombeo y sistema de descarga. Por otro lado, en el área de embotellado se encuentra una máquina de etiquetado capaz de etiquetar 20 botellas/minuto.

4.1.2 Diseño De Planos

Para el diseño de los planos tanto eléctricos como de procesos se utilizó el software CAD utilizado para el dibujo 2D y 3D de planos, conocido como AutoCAD específicamente la versión 2016 ya que es el software más actualizado hasta ahora. Este programa de dibujo es un producto desarrollado y comercializado por la empresa Autodesk.

Fig. 6.1.- Software AutoCAD 2016.

Debido a que la instalación mecánica de las tuberías y equipos mecánicos ya estaban realizados, el diseño de los planos se tuvo que adecuar a ello. Se instalaron nuevos equipos de acuerdo a las características de la instalación mecánica ya realizada. En base a las especificaciones de la planta y a la adecuación de los equipos ya instalados, se hizo el boceto conceptual de los planos tanto eléctricos como de proceso, para posteriormente realizar los dibujos en AutoCAD.

Los planos se crearon sobre una plantilla 2D y para lograr un mayor detalle se requirió de la utilización de una plantilla 3D de AutoCAD.

En base a los diseños realizados se dibujaron primero todos los equipos como tanques, recipientes y placas. Posteriormente se procedió a dibujar la instrumentación electrónica usada en este proceso.

En base a la norma ANSI / ISA S 5.1 - 1984 (R1992) se dibujaron todos los elementos a usar como válvulas, sensores y actuadores.

Una vez dibujados los equipos y la simbología de la instrumentación a utilizar en el proceso, se prosiguió a la unión de cada elemento de acuerdo al diseño establecido. Así mismo de acuerdo a la norma mencionada anteriormente se referencio la orientación de las líneas de proceso mediante flechas.

Una vez conectados todos los equipos y la instrumentación se prosiguió al etiquetado de cada equipo y a la identificación de la instrumentación y tubería.

El dibujo de los diagramas eléctricos de control se realizó de la misma manera, primeramente, en una platilla 2D de AutoCAD se dibujaron todos los equipos a usar en base a la observación física de los mismos. En este caso se hizo uso de los dibujos ya existentes de los equipos de Allen Bradley pertenecientes a Rockwell Automation, descargados directamente de la página oficial con base al número de catálogo de los equipos de Allen Bradley.

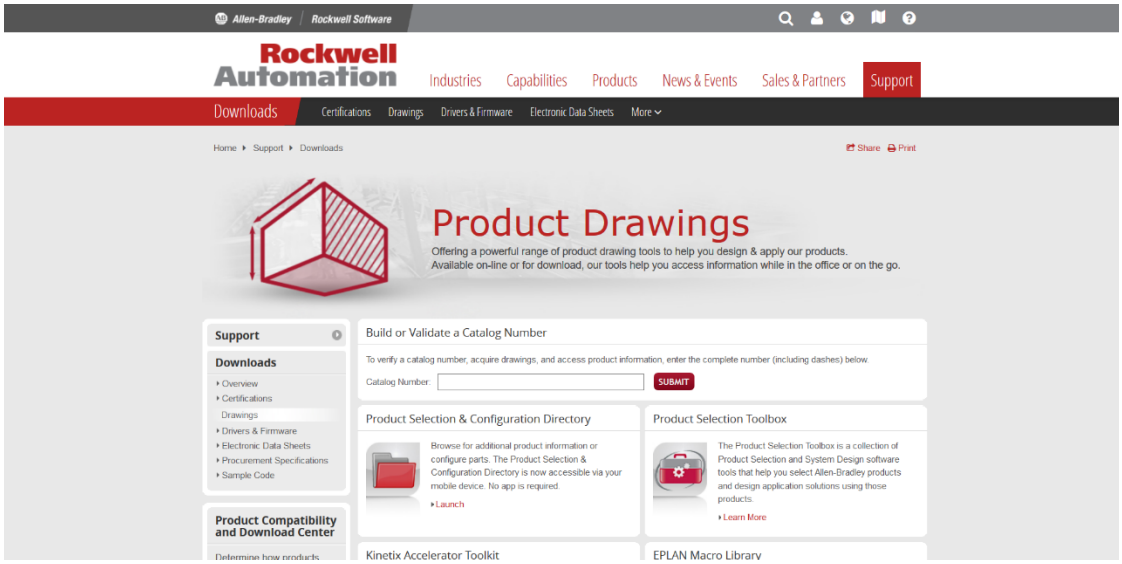


Fig. 6.2.- Pagina de Inicio AB.

El propósito de la norma ANSI /ISA S 5.1-1984 es establecer un medio uniforme de designación para los instrumentos y los sistemas de la instrumentación usados para

la medición y control. Con este fin, el sistema de designación incluye los símbolos y presenta un código de identificación.

La norma anteriormente mencionada es la que rige la simbología y la nomenclatura empleada en el diseño de los planos, esta norma establece que todas las letras deben ser mayúsculas, no deben usarse más de 4 letras y estas letras deben expresar la identificación del instrumento y la identificación funcional.

De acuerdo a esta norma los símbolos y elementos empleados en los planos para los instrumentos de medición son alfanuméricos; los números representan la ubicación y establecen el lazo de identidad, y la codificación alfanumérica identifica al instrumento y las acciones a realizar.

Para las válvulas las letras identifican el tipo de válvula, el par de números que le siguen identifican el área donde se encuentra ubicado el equipo, los dos números siguientes al silo al que pertenecen y el último par de números el número del equipo. Así mismo para las bombas y los agitadores las letras identifican al equipo, el par de números siguientes el área donde se ubica y el último par de números el número de equipo.

Primeramente, en base a la observación de los equipos de la planta, datos proporcionados por el jefe de mantenimiento y de las necesidades del rediseño se dibujó en AutoCAD el plano DTI (Diagrama de tuberías e instrumentación).

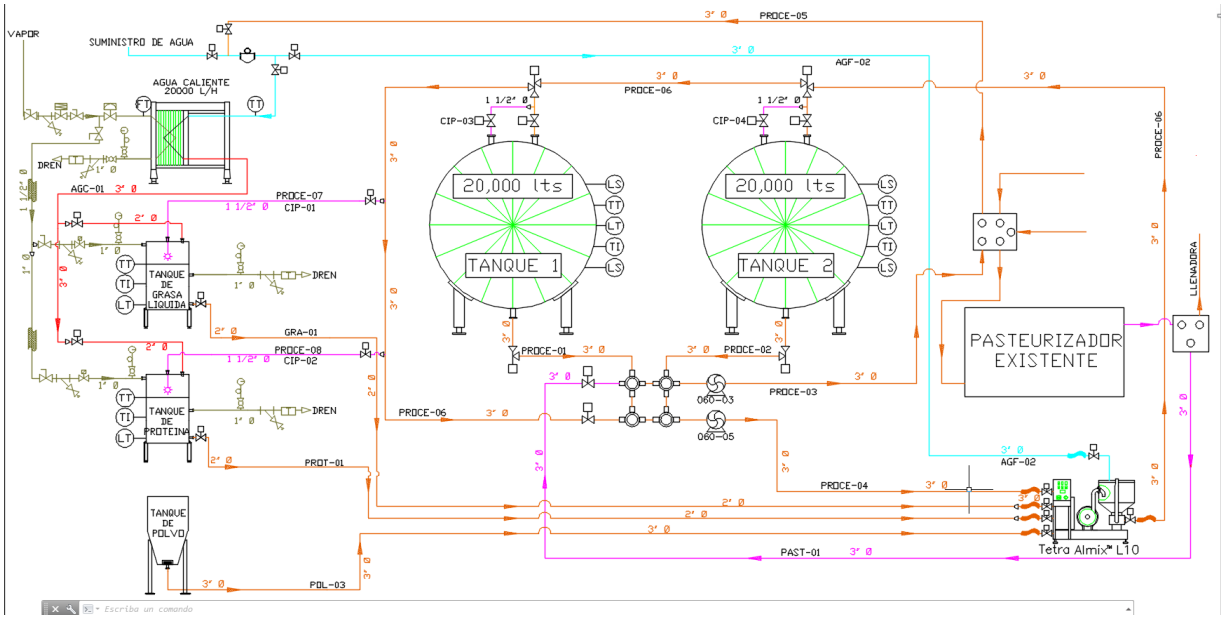


Fig. 6.3.- DTI.

4.2 Filosofía De Operación

En base a las necesidades de la empresa y al DTI diseñado en AutoCAD se generan las filosofías de operación, es decir cada camino que pueden seguir los diferentes procesos. Analizando la secuencia de operación se encontró que para esta automatización existían 4 filosofías de operación:

La primera filosofía trabaja de manera que los tanques de llenado principal con capacidad de 20,000 L. descarguen de manera directa al cluster, donde este a su vez hace descargar a la bomba de retorno que dirige inmediatamente al ALMIX donde se mezclan diferentes saborizantes y jarabes para la preparación del producto. Una vez agregados todos los componentes son redirigidos a los tanques de llenado y este proceso se vuelve cíclico hasta alcanzar el máximo nivel de dichos tanques.

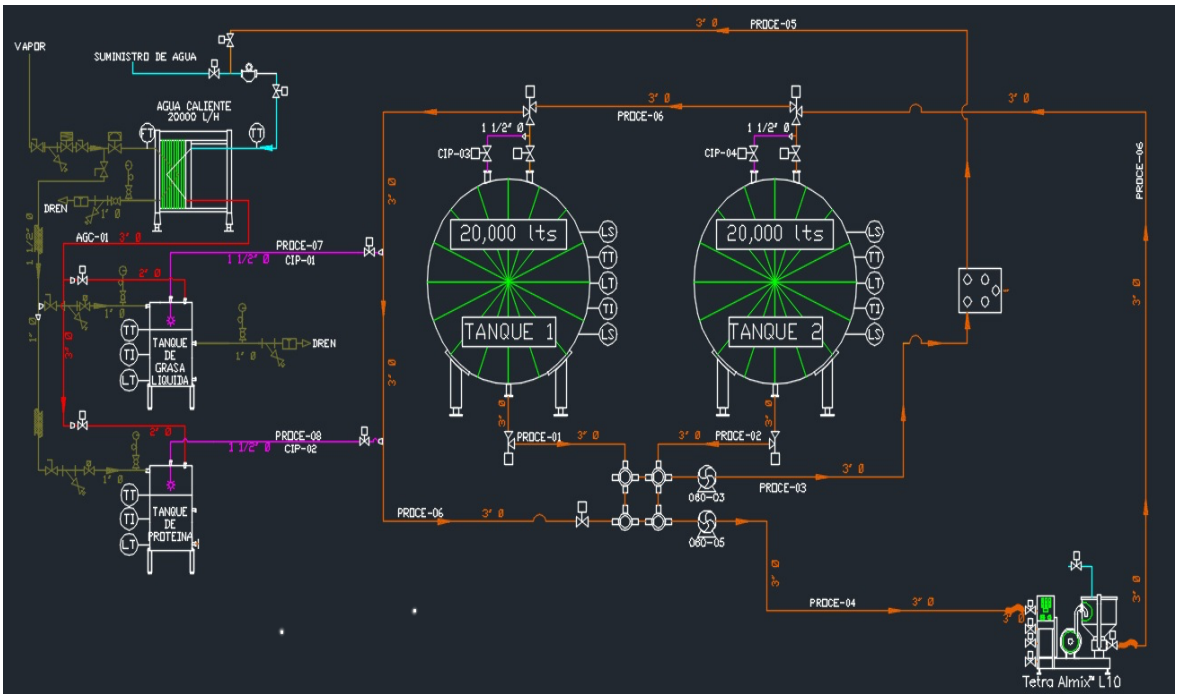


Fig. 7.1.- Primer filosofía.

La segunda filosofía es cuando se tiene un producto previamente elaborado y este necesita ser estandarizado de acuerdo a normas de calidad, para ello se descarga el producto de tanques de almacenamiento y simultáneamente se apertura válvulas del cluster para enviar agua tratada con CO2 al ALMIX hasta alcanzar un producto dentro de norma.

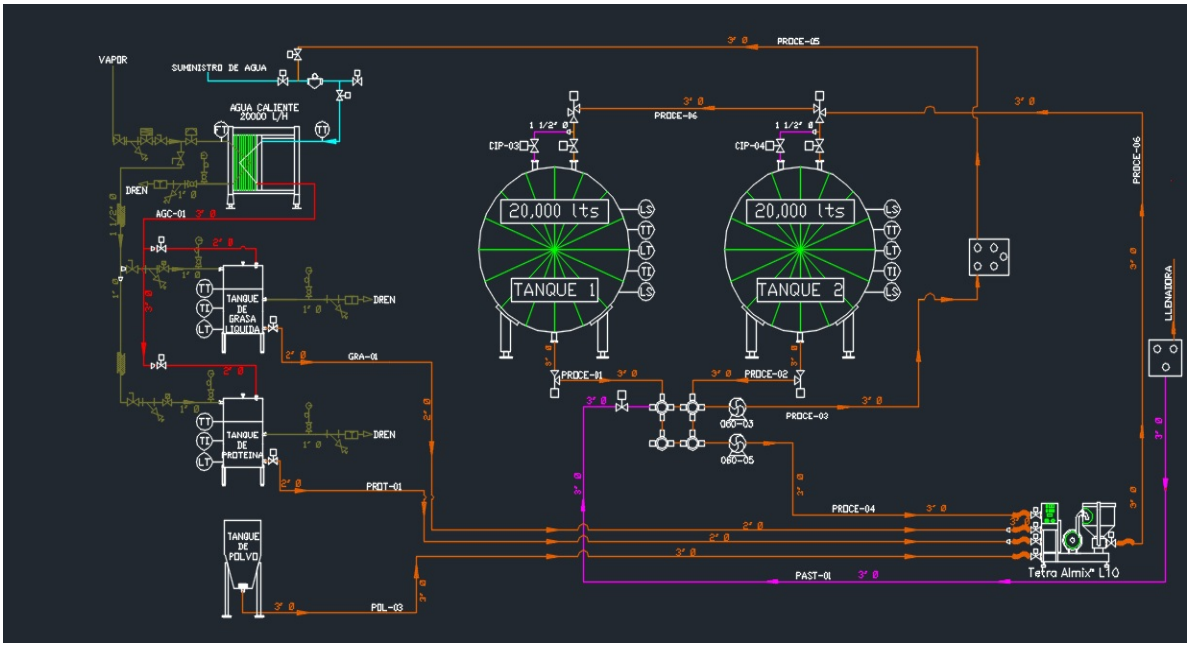


Fig. 7.2.- Segunda filosofía.

La tercera filosofía es la encargada de direccionar el CIP y esta trabaja de manera que al ALMIX le lleguen las soluciones para que el las distribuya de manera directa hasta llegar al cluster de válvulas y él direcciona a los tanques de llenado de acuerdo a recetas de saneamiento que se especifican posteriormente.

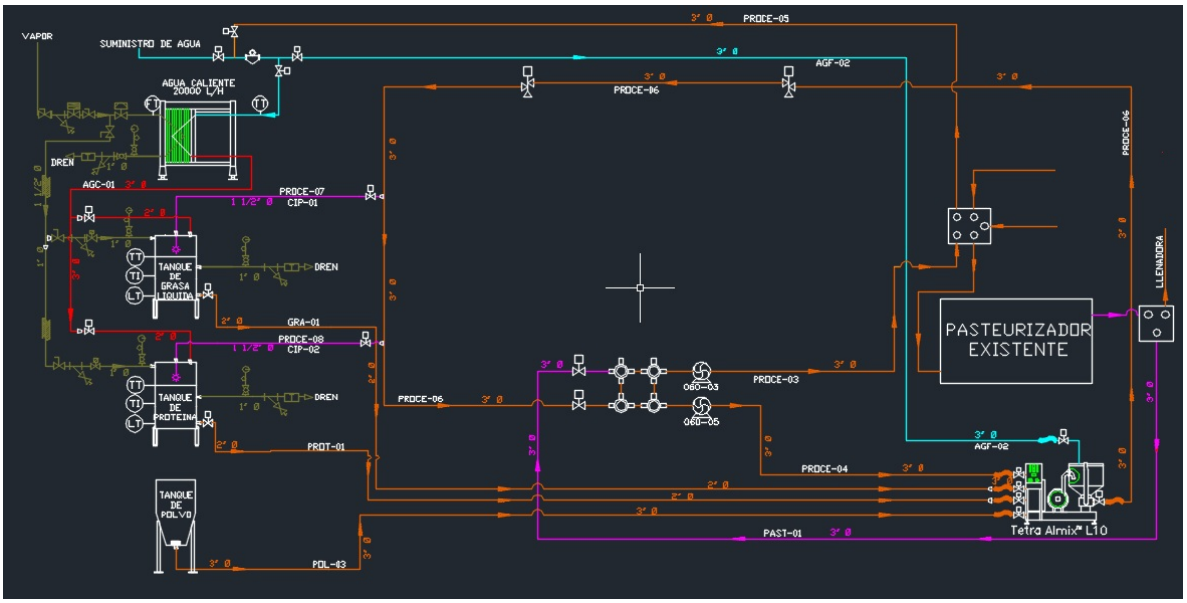


Fig. 7.3.- Tercer filosofía.

La cuarta filosofía es la etapa encargada de saneamiento utilizando al Almix como generador de vacío, cuando el CIP actúa por la tubería de agua caliente y el intercambiador de calor. Esta etapa provee de seguridad al proceso y para realizar una succión más suave que protege a empaques de plástico con los que cuenta dicha tubería y no se desgasten tan rápidamente.

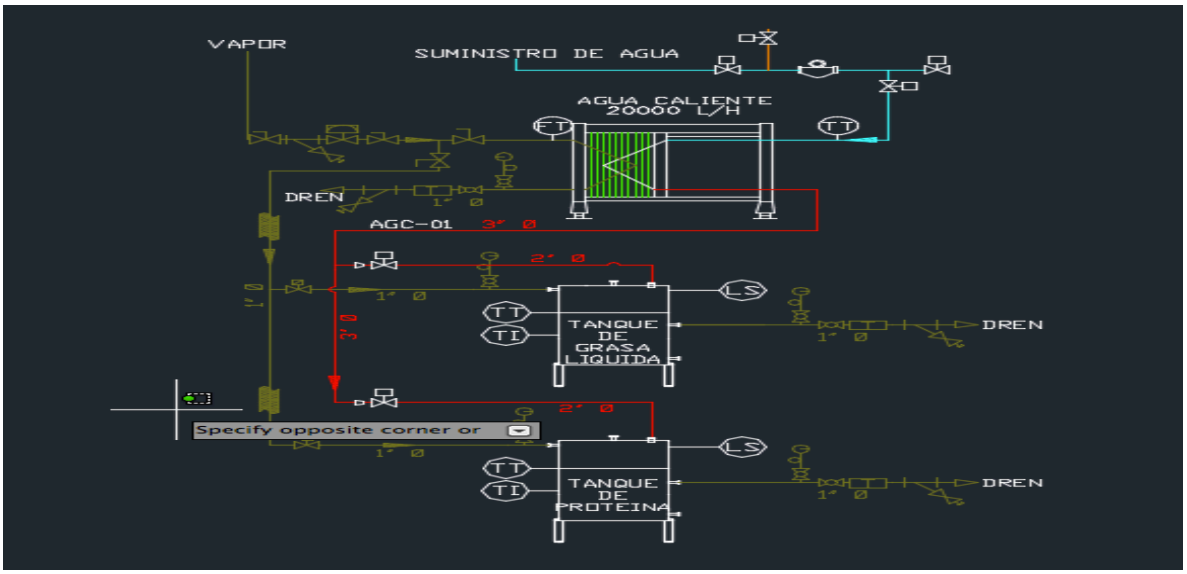


Fig. 7.4.- Cuarta filosofía.

En base a los equipos a controlar y a los elementos de control mencionados anteriormente se realizó el diseño del tablero eléctrico de control. Se diseñó el diagrama de la disposición de los equipos cumpliendo con la norma IRAM 218.

la cual dice que todos los elementos se montarán teniendo en cuenta la función, frecuencia de operación, mantenimiento, etc. Serán accesibles para su manejo y mantenimiento, sin posibilidad de contactos accidentales que puedan poner en peligro a las personas, producir deterioro de elementos o salida de servicio de equipos.

Se eligieron los siguientes componentes en base a especificaciones de material proporcionado por coca-cola:

2 pza Interruptor para riel, 2 polos, 6 amperes o ignored
1 pza Interruptor para riel, 3 polos, 20 amperes o ignored
2 pza Guardamotor 4 a 6 amperes o ignored
2 pza Contactor para motor de 5 hp a 440V, bobina 110V o ignored
2 pza relevador finder bobina 24VDC, 2PDT, 6 AMPERES o ignored
10 pza Conexión transversal enchufable 10 polos Weidmuller 1693880000 o ignored
10 pza Separador para clema doble piso Weidmuller 1084000000

Por otro lado también se realizó la cotización de dichos elementos separando los elementos de control con los de potencia.

U-L CABLE Y CONTROL S DE RL DE CV

Domicilio fiscal **RFC:** UCC120530HUA **COTIZACIÓN No. :** **0000010596**
JOSE GUADALUPE MONTENEGRO No. 1709 Int: 1, Col. AMERICANA, CP: 44160, 24/11/2016
GUADALAJARA, JALISCO, MEXICO TELEFONO: (33) 9627-1400
Lugar de expedición
GUADALAJARA, JALISCO

Cliente: (383) PIABSA SA DE CV
Calle: MANUEL ACUÑA No. 1707 Int: 1, Col. SANTA TERESITA, CP: 44600, GUADALAJARA, GUADALAJARA, JALISCO, RFC: PIA090930MP3, Teléfono: 31354746
Vendedor : 7
Enviar a:

Cantidad	Clave	Descripción	TE	P/U	Importe
1.00	20497944120	STN0,25(440/120)	2 DIAS	51.6600	51.66
TRANSFORMADOR 440 A 120 250VA					
1.00	2866310	TRIO-PS/ 1AC/24DC/ 5	1 SEMANA	123.1923	123.19
FUENTE 110,220 A 24,28 V 5AMP					
4.00	801733	NS 35/ 7,5 PERF (1 METRO)	INMEDIATO	2.4403	9.76
2.00	3240198	CD 40X80	1 SEMANA	9.7777	19.56
CANALETA 2.5X3					
50.00	3209510PHC	PT 2,5	INMEDIATO	0.8816	44.08
SUST J3					
10.00	3209536	PIT 2,5-PE	INMEDIATO	2.6228	26.23
SUST JG4					
50.00	3210567	PITTB 2,5	INMEDIATO	1.9015	95.08
SUST JD3					
40.00	3211757	PIT 4	1 SEMANA	0.9762	39.05
SUST J4					
20.00	3211813		1 SEMANA	1.4698	29.40
SUST J6					
6.00	3211822		1 SEMANA	3.7307	22.38
SUST JG6					
10.00	3030417	D-ST 2,5	1 SEMANA	0.3906	3.91
SUST EBJ3					
10.00	3211634	D-PITTB 2,5	INMEDIATO	0.4064	4.06
SUST EBJD3					
20.00	800886	E/NS 35 N		0.9151	18.30
SUST EAJ35					
10.00	3030213	FBS 10-5		2.6586	26.59
SUST CJJ510					
10.00	3030323	FBS 10-8	1 SEMANA	3.5526	35.53
SUST CJJ610					

Subtotal	**2,829.48**
I.V.A.	**452.72**
Total	**3,282.20**

TRES MIL DOSCIENTOS OCHENTA Y DOS PESOS 20/100 M.N.

De acuerdo con los materiales mencionados anteriormente el diseño del tablero quedo tal y como se observa en la figura 8.1 Las dimensiones del armario fueron de .80 m de ancho por 1 m de altura. De los cuales el espacio usado para la colocación de los elementos y cableado fue de .70 m de ancho por .86 m de altura.

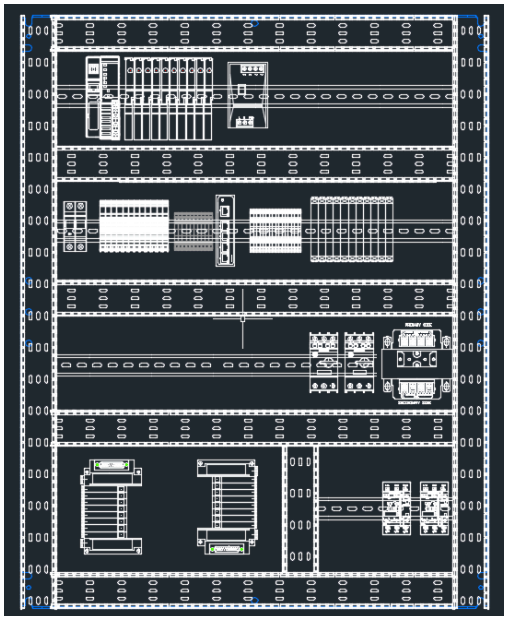


Fig. 8.1.- Diseño de tablero en CAD

Como se observa en el diagrama en el diseño se contempló un espacio para el cableado cumpliendo con la norma anteriormente mencionada la cual dice que en cada sección deberá preverse un canal para el pasaje de los conductores, el cual deberá ser accesible por la parte frontal.

En base al sistema eléctrico de la planta realizó el diseño de la alimentación general del tablero la cual consistió de un interruptor termo magnético tripolar para la protección general del tablero. La alimentación de 440 VCA se llevó a clemas de conexión de potencia conocido como Power Block tal. Esta conexión se realizó cumpliendo con la norma IRAM que dice que la distancia mínima entre fases y tierra para un voltaje de 380/220 volts debe ser de 40 mm.

El siguiente rack corresponde a slots de 5 tarjetas de entradas analógicas, digitales, y de comunicación de las cuales solo se usan 4.

SLOT	TARJETA	TAG	DESCRIPCION	SEÑAL	DIR. FISICA
00	1756-A4		Chassis para 4 slots		
01	1756-PA72		Fuente de poder control Logix 85-265 VAC (5v-10Amp)	120VAC	
02	1756-L74		Procesador Logix5574 com 16MByte de memoria		
03	1756-EN2T		Tarjeta de comunicaciones Ethernet 10-100 Mbps Bridged Module		
04	1756-EN2T		Tarjeta de comunicaciones Ethernet 10-100 Mbps Bridged Module		

Tabla. 1.1.- Distribución de tarjetas

El siguiente Slot corresponde a una tarjeta de 45 entradas analógicas y digitales de las cuales solo se ocupan 4. Las salidas van conectadas directamente a un bloque de clemas.

SLOT	TARJETA	TAG	DESCRIPCION	SEÑAL	DIR. FISICA
00	1734-AENT		Adaptador POINT I/O Ethernet 1 puerto		POINT_1
01	1734-IB8		Tarjeta de 8 entradas digitales a 24 VDC	24VDC	POINT_1:I.Data[1]
02	1734-IB8		Tarjeta de 8 entradas digitales a 24 VDC	24VDC	POINT_1:I.Data[2]
03	1734-IB8		Tarjeta de 8 entradas digitales a 24 VDC	24VDC	POINT_1:I.Data[3]
04	1734-IB8		Tarjeta de 8 entradas digitales a 24 VDC	24VDC	POINT_1:I.Data[4]
05	1734-IB8		Tarjeta de 8 entradas digitales a 24 VDC	24VDC	POINT_1:I.Data[5]
06	1734-IB8		Tarjeta de 8 entradas digitales a 24 VDC	24VDC	POINT_1:I.Data[6]
07	1734-IB8		Tarjeta de 8 entradas digitales a 24 VDC	24VDC	POINT_1:I.Data[7]
08	1734-IB8		Tarjeta de 8 entradas digitales a 24 VDC	24VDC	POINT_1:I.Data[8]
09	1734-IB8		Tarjeta de 8 entradas digitales a 24 VDC	24VDC	POINT_1:I.Data[9]
10	1734-IB8		Tarjeta de 8 entradas digitales a 24 VDC	24VDC	POINT_1:I.Data[10]
11	1734-IB8		Tarjeta de 8 entradas digitales a 24 VDC	24VDC	POINT_1:I.Data[11]
12	1734-IB8		Tarjeta de 8 entradas digitales a 24 VDC	24VDC	POINT_1:I.Data[12]
13	1734-IB8		Tarjeta de 8 entradas digitales a 24 VDC	24VDC	POINT_1:I.Data[13]
14	1734-IB8		Tarjeta de 8 entradas digitales a 24 VDC	24VDC	POINT_1:I.Data[14]
16	1734-IB8		Tarjeta de 8 entradas digitales a 24 VDC	24VDC	POINT_1:I.Data[16]
17	1734-IB8		Tarjeta de 8 entradas digitales a 24 VDC	24VDC	POINT_1:I.Data[17]
18	1734-IB8		Tarjeta de 8 entradas digitales a 24 VDC	24VDC	POINT_1:I.Data[18]
19	1734-IB8		Tarjeta de 8 entradas digitales a 24 VDC	24VDC	POINT_1:I.Data[19]
20	1734-IB8		Tarjeta de 8 entradas digitales a 24 VDC	24VDC	POINT_1:I.Data[20]
21	1734-IB8		Tarjeta de 8 entradas digitales a 24 VDC	24VDC	POINT_1:I.Data[21]
22	1734-IB8		Tarjeta de 8 entradas digitales a 24 VDC	24VDC	POINT_1:I.Data[22]
23	1734-IB8		Tarjeta de 8 entradas digitales a 24 VDC	24VDC	POINT_1:I.Data[23]
24	1734-IB8		Tarjeta de 8 entradas digitales a 24 VDC	24VDC	POINT_1:I.Data[24]
25	1734-IB8		Tarjeta de 8 entradas digitales a 24 VDC	24VDC	POINT_1:I.Data[25]
26	1734-IE8C		Tarjeta de 8 Entradas Analogicas 4-20 mA	4-20 mA	POINT_1:O.Data[41]
27	1734-IE8C		Tarjeta de 8 Entradas Analogicas 4-20 mA	4-20 mA	POINT_1:O.Data[42]
28	1734-OB8		Tarjeta de 8 salidas digitales a 24 VDC	24VDC	POINT_1:O.Data[26]
29	1734-OB8		Tarjeta de 8 salidas digitales a 24 VDC	24VDC	POINT_1:O.Data[27]
30	1734-OB8		Tarjeta de 8 salidas digitales a 24 VDC	24VDC	POINT_1:O.Data[28]
31	1734-OB8		Tarjeta de 8 salidas digitales a 24 VDC	24VDC	POINT_1:O.Data[29]
32	1734-OB8		Tarjeta de 8 salidas digitales a 24 VDC	24VDC	POINT_1:O.Data[30]
33	1734-OB8		Tarjeta de 8 salidas digitales a 24 VDC	24VDC	POINT_1:O.Data[31]

34	1734-OB8		Tarjeta de 8 salidas digitales a 24 VDC	24VDC	POINT_1:O.Data[32]
35	1734-OB8		Tarjeta de 8 salidas digitales a 24 VDC	24VDC	POINT_1:O.Data[33]
36	1734-OB8		Tarjeta de 8 salidas digitales a 24 VDC	24VDC	POINT_1:O.Data[34]
37	1734-OB8		Tarjeta de 8 salidas digitales a 24 VDC	24VDC	POINT_1:O.Data[35]
38	1734-OB8		Tarjeta de 8 salidas digitales a 24 VDC	24VDC	POINT_1:O.Data[36]
39	1734-OB8		Tarjeta de 8 salidas digitales a 24 VDC	24VDC	POINT_1:O.Data[37]
40	1734-OB8		Tarjeta de 8 salidas digitales a 24 VDC	24VDC	POINT_1:O.Data[38]
41	1734-OB8		Tarjeta de 8 salidas digitales a 24 VDC	24VDC	POINT_1:O.Data[39]
42	1734-OB8		Tarjeta de 8 salidas digitales a 24 VDC	24VDC	POINT_1:O.Data[40]
43	1734-OE4C		Tarjeta de 4 Salidas Analogicas 4-20 mA	4-20 mA	POINT_1:O.Data[43]
44	1734-OE4C		Tarjeta de 4 Salidas Analogicas 4-20 mA	4-20 mA	POINT_1:O.Data[44]
45	1734-OE4C		Tarjeta de 4 Salidas Analogicas 4-20 mA	4-20 mA	POINT_1:O.Data[45]

Tabla. 1.2.- Distribución de señales.

Y en base al listado generado con las direcciones tenemos a trabajar los planos o diagramas de control y de fuerza.

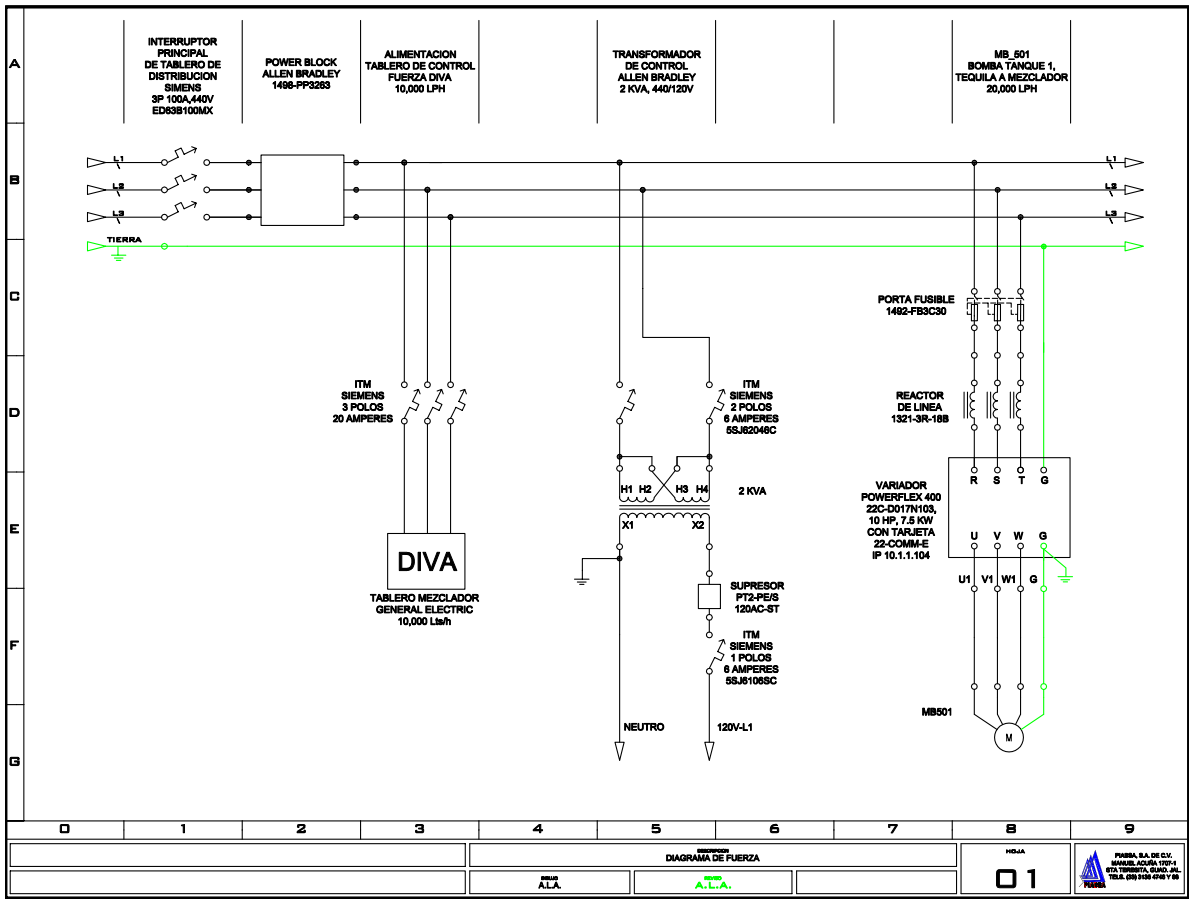


Fig. 9.1.- Diagrama de fuerza.

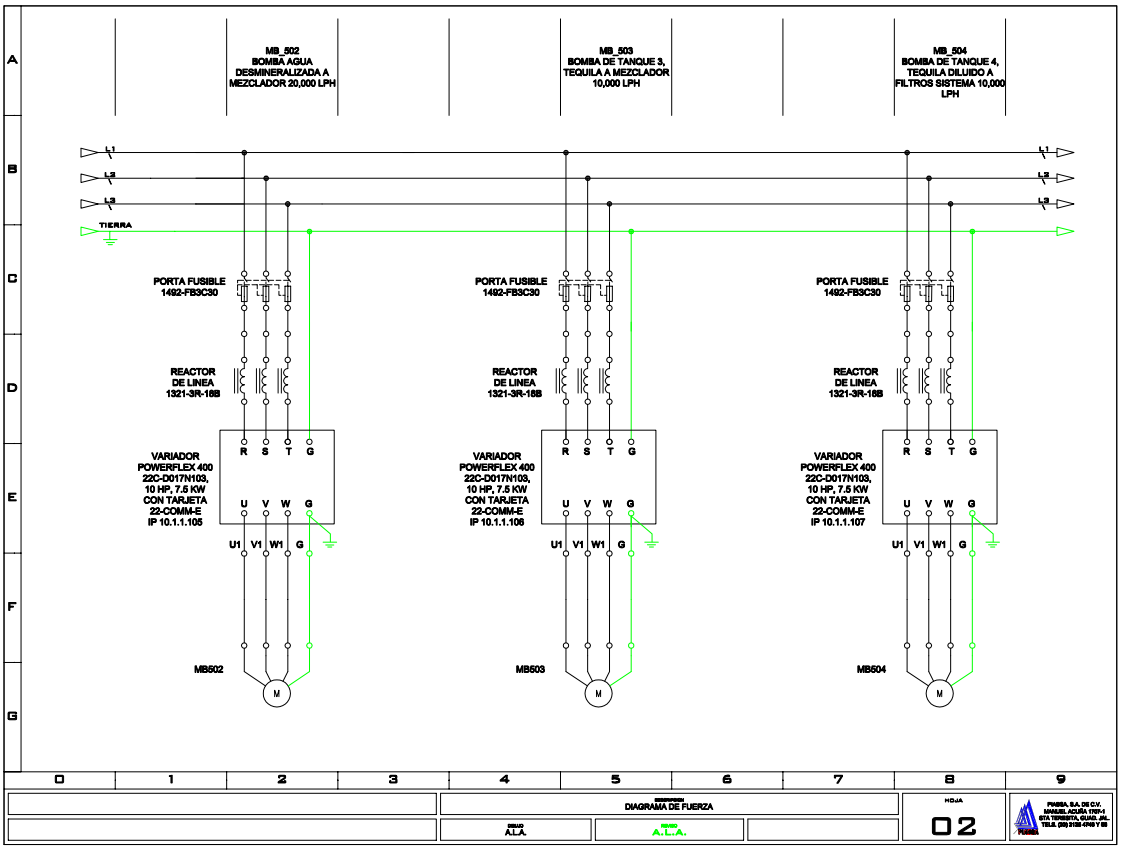


fig. 9.2.- Conexión a motores.

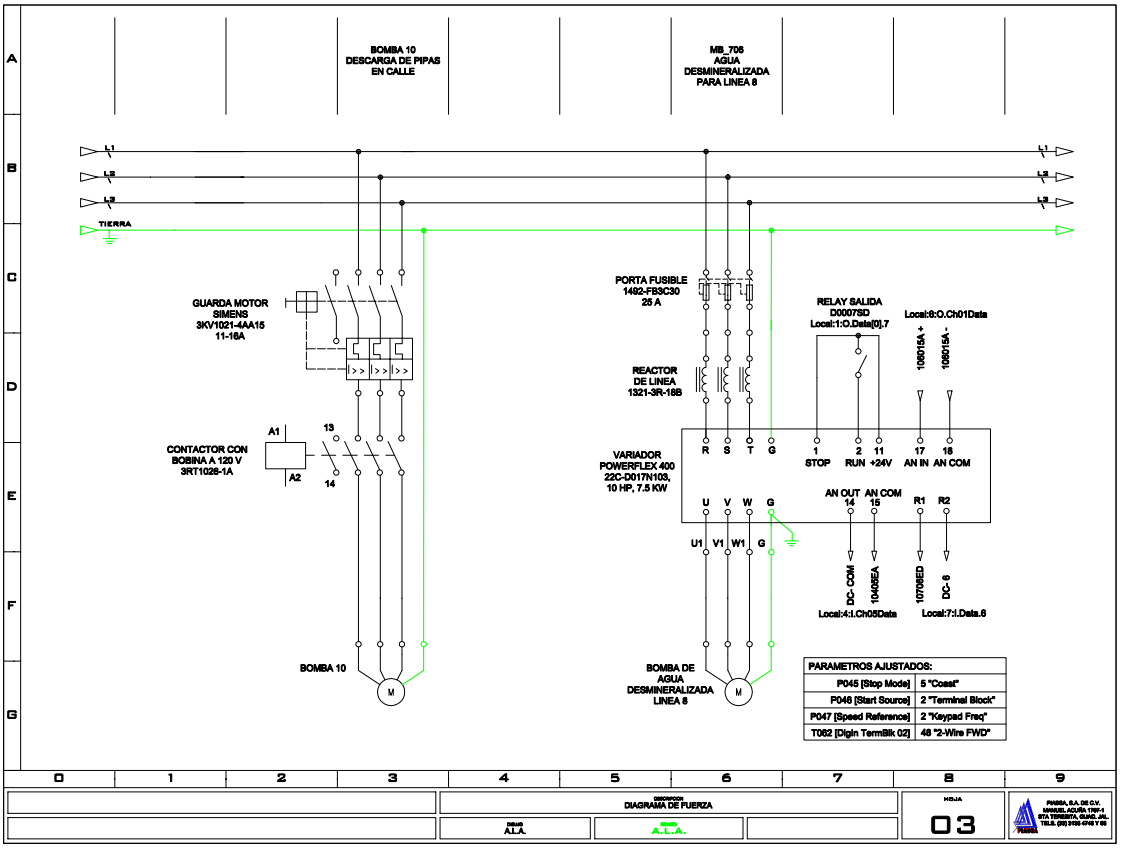


fig. 9.3.- Variadores de Frecuencia.

4.3. Armado del tablero eléctrico de control

Una vez diseños los diagramas eléctricos de control se procedió al armado del tablero eléctrico. El gabinete se compró con la empresa EK Automatización distribuidor de la marca Rittal de .80 m de ancho por 1 m de altura. Por petición del gerente de la planta el tablero esta manufacturado de acero inoxidable por el ambiente industrial al cual estará sometido

Primeramente se retiró la placa de acero (platina) que trae en su interior, la cual sirve para sujetar los elementos del tablero. Una vez retirada la placa de acero se procedió a realizar el trazado para la colocación de la canaleta por donde pasa el cableado de acuerdo al diseño realizado anteriormente y a las dimensiones reales de los equipos a instalar según el diseño.

Posteriormente se procedió a medir y a cortar las canaletas a colocar. El tipo de canaleta a usar se escogió de acuerdo a lo establecido en la norma IRAM 2181[9] la cual dice que todo el cableado interno de los tableros de baja tensión debe alojarse en canales de material plástico que posean ranuras en ambas caras laterales hasta el borde superior de las mismas, para salidas de los conductores a las borneras o a los aparatos eléctricos.

Así mismo esta norma dice que los canales deben ir cerrados con una tapa del mismo material, que calce a presión con firmeza y que no se desprenda fácilmente por vibraciones o en forma accidental. En base a esto es que se realizó la elección y colocación de la canaleta.

Con respecto al diseño previsto se realizó la colocación de canaleta, para todo el contorno de la placa se utilizó canaleta de 4” de ancho mientras que para cada separación de niveles se utilizó canaleta de 2 y 1/2”.

Posteriormente una vez colocada toda la canalización se procedió a colocar los elementos para la sujeción de los equipos y dispositivos de control. Para la sujeción de todos los elementos se utilizó Riel Din de pulgada y media el cual es una barra de metal utilizada para la fácil sujeción de los equipos y elementos de control.

Mediante la utilización del Riel Din se hace cumplimiento a la norma mencionada anteriormente la cual dice que los equipos podrán ser desmontados con fáciles operaciones.

Una vez colocados los riel Din se agruparon todos los armarios de distribución, es decir todos los equipos, bloques de clemas, relevadores, interruptores y los demás elementos y equipos de control.

Después se realizó la fijación de todos los bloques de equipos y elementos sobre el riel Din, de acuerdo al diseño realizado con anterioridad. El panel View Plus 600 por disposición de planta se pidió que se colocara al centro de la puerta derecha del tablero a .75 m de distancia con respecto al suelo.

Con todos los equipos colocados en sus respectivos lugares se procedió a realizar el cableado de todos los equipos de acuerdo a los diagramas eléctricos diseñados. En base a lo establecido en la norma ANSI se usaron los siguientes colores de cableado:

- Fases=Negro
- Neutro= Azul claro
- Tierra= Verde/Amarillo
- 24 VDC+= Azul Obscuro
- 0VDC- = Azul/Blanco

Se realizó el cableado de acuerdo a la norma IRAM 2181 la cual dice que todo cableado se hará de acuerdo con las reglas del arte. No se permitirán empalmes de los cables en su recorrido y solamente se admitirán cables unipolares. Por otro lado para un mejor funcionamiento se separó el cableado de fuerza del el cableado de control. El cableado de fuerza se colocó de lado derecho del tablero, mientras que el cableado de control se colocó por el lado derecho. También se utilizaron terminales en cada extremo del cable tanto de fuerza como de control cumpliendo con lo establecido en la norma mencionada anteriormente ya que en su escrito hace referencia a que todos los extremos de los cables deberán llevar terminales o serán estañados. Para realizar el cableado primeramente se realizaron el manojo de cables y se sujetaron entre ellos con cinchos de plástico para posteriormente fijarlos al igual con cinchos a la canaleta del tablero.

Por último se realizó el etiquetado de los cables y de los equipos cumpliendo con lo establecido en la norma IRAM 2181 [10] la que establece que todos los componentes tales como llaves, fusibles y pulsadores estarán identificados con letras de una altura de 5 mm, según función. También los conductores deberán estar identificados en sus extremos por medio de numeración en correspondencia con el esquema eléctrico de conexionado.

Fig. 10.1.-Transmorfador 110/24v.

Fig. 10.2.-Canaleta 2”.

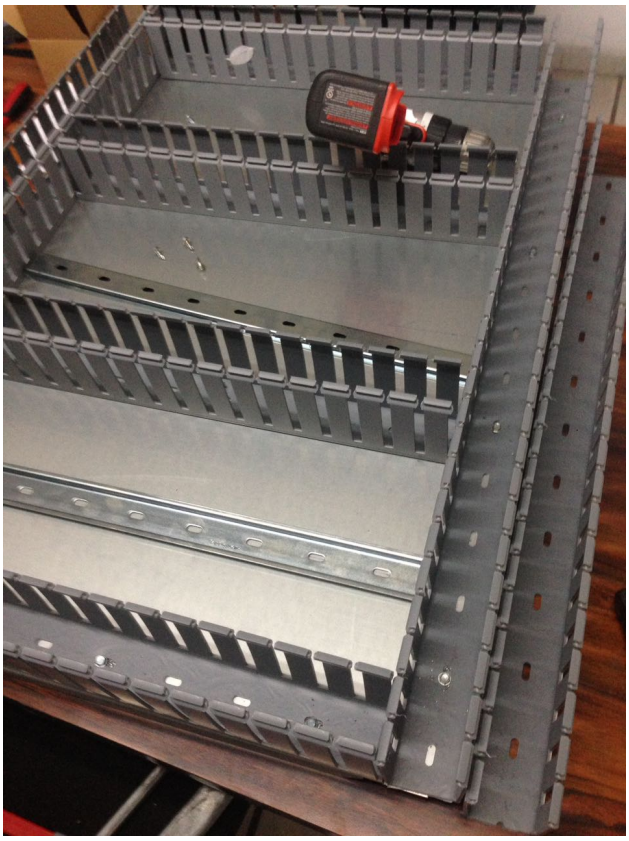


Fig. 10.3.-Platina armada con canaleta.

Fig. 10.1.- Tablero Rittal.

CAPITULO V

5.1 Resultados

El presente proyecto fue el desarrolló del diseño e implementación de tableros eléctricos de control para la automatización de CIP el cual consta de 4 tanques con aditivos necesarios para la limpieza y cuenta con características de un CIP de 8 líneas de producción trabajando de manera independiente o simultanea según sea el caso.

Cabe mencionar que el tablero de control de este CIP logro reducirse en dimensiones y de esa forma logro solventar la falta de espacio para el demás equipo de trabajo, esto favoreció que el uso del proceso fuera de fácil acceso y supervisión inmediata.

Con dicho sistema empleado, se redujo el tiempo y la facilidad de lavado de las líneas, trayendo para si una ganancia no solo en tiempo y trabajo sino contribuyendo la reducción económica en base al trabajo humano.

El proyecto se entregó funcionando y fue supervisado por el gerente general de la empresa COCA COLA. Para la entrega final del proyecto se proporcionó un manual de operación del sistema, manual de configuración de equipos, así como toda la documentación de planos eléctricos y de procesos.

También como una buena práctica de ingeniería se entrega un respaldo de todos los software y aplicaciones realizadas.

5.2 Conclusiones y recomendaciones.

La participación en el presente proyecto permitió desarrollar habilidades sobre el armado de tableros eléctricos de control cumpliendo con las normas oficiales, además de habilidades y conocimientos en los sistemas de control basados en los equipos de la marca Allen Bradley, el uso de sensores industriales y equipos eléctricos de potencia con tecnología de punta.

Por otro lado el trabajar en un ambiente industrial bajo las normas de seguridad industrial fue sin duda una experimenta formativa, debiendo adaptarme a estas normas para realizar trabajos de forma segura y con enfoque a prevención de accidentes.

La estancia en la empresa AIM Ingeniería y trabajar en la industria incremento mí visión, para buscar especializarme más, buscar aprender nuevas tecnologías y

sobre todo siempre actualizarse.

Entendí que todo lo estudiado a través de mi formación académica se aterriza en la práctica y que la teoría es la base de ella. A través de estas prácticas puede comprender cuál es la función de un técnico y un ingeniero.

Además formar parte del equipo que desarrolló un proyecto de tal magnitud me ayudo a forjar mi carácter y a aceptar la responsabilidad del trabajo. A poder tomar decisiones y dar propuesta de solución a los problemas presentados en la industria.

Desde el punto de vista personal el llevar a cabo con éxito este proyecto me motivó a seguir esforzándome al máximo y a tener una actitud proactiva.

Referencias

[1] Cosme Damián Mejía Echeverria, Diseño de un Sistema de Control Automático para la Pasteurización y Pulverización de leche para la Planta Machachi de la Empresa el Ordeño S.A., Tesis de titulación en Ingeniería Electrónica, Escuela Politécnica de Ejercito, Ecuador 2008.

[2] Cristian Andre ILisara, Diseño de Sistema de Lavado de Estanques Automatizado CIP (CLEANING IN PLACE), Tesis de titulación en Ingeniería Mecánica, Universidad Austral de Chile, Facultad en Ciencias de la Ingeniería, Valdivia-Chile, 2010.

[3] Pablo Pescador Pérez, Propuesta de Mejora de un Procedimiento de Limpieza CLEANING IN PLACE (CIP), así como su Puesta en Marcha y Servicio del Equipo, el Mantenimiento Requerido en un Proceso de Bebidas no Carbonatadas, Tesis de titulación de Ingeniería en Control y Automatización, Instituto Politécnico Nacional, Escuela superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, México, DF, Mayo, 2010.

[4] Claudio Br. Forte , Desarrollo de un Prototipo de Sistema Automatizado "CLEAN IN PLACE (CIP)" Basado en Controladores Lógicos Programables para Simulación de Limpieza de Silos en la Industria de Bebidas, Tesis de titulación de Ingeniería Electrónica, Universidad Nueva Esparta, Facultad de Ingeniería, Venezuela, Mayo, 2011.

[5] Cesar Alberto Torres Rivera, Diseño de un Sistema de Limpieza en Sitio de tipo Sanitario (CIP) para una línea de llenado en un Salón de Embotellado en la industria de Cerveza, Tesis de titulación en Ingeniería Mecánica Industrial, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala Marzo, 2012.

[6] Norma ANSI/ISA-S5.1-1984 (R 1992) 9. Designación de instrumentos y sistemas de instrumentación para medición y control.

[7] Norma Europea EN 60617, Parte 2. Símbolos gráficos, reglas numéricas y alfanuméricas para la identificación de aparatos, esquemas y equipos eléctricos.

[8] Norma IEC 60445 (Octubre de 1999) Versión Oficial en Español- Principios fundamentales y de seguridad para la interfaz hombre-máquina, el marcado y la identificación.

[9] Norma IRAM 218, Anexo III- Apéndice 6. Definición de la construcción y

ensamble de conjuntos de tableros eléctricos de baja tensión.

[10] Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas (utilización). Artículo 430.Págs. 52-67.

[11] NormaANSI/TIA/EIA606.Normadecableadoestructurado.

[12] www.latincasa.com.mx

[13] www.rockwellautomation.com

[17] http://www.aurumprocess.com/es/productos-y-soluciones/proceso-de-limpieza-cip/tipos-soluciones-y-fases-cip

[18] http://www.axis.com/es/products/video/about_networkvideo/ip_networks.htm
[19] http://www.ecured.cu/index.php/Cables_de_potencia

[20] www.pentair.com [21] www.suedmo.com