



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN
INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

Informe del Ejercicio Profesional

Automatización del Sistema de Esterilización de Reactores.

Que para obtener el título de
Ingeniero Mecánico Electricista
Área Eléctrica y Electrónica

P R E S E N T A:

Héctor Gregorio Salas Montiel

ASESOR:

Ing. Joel García Zárraga





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



DEDICATORIA

A MIS PADRES

Con amor y admiración dedico este trabajo como una muestra de gratitud y reconocimiento a su esfuerzo que no fue en vano, A mi Papa por su apoyo incondicional a lo largo de mis estudios, gracias por guiarme con tus consejos, a mi Mama gracias por tu amor de madre y a tu dedicación para que pudiera salir adelante y cumplir mis metas, gracias porque sin ustedes este trabajo no sería posible.

A MI ESPOSA

Adriana Paulina por tu apoyo te agradezco todo este tiempo juntos, eres una persona muy especial en mi ida. Gracias por creer siempre en mí y darme ánimos para la culminación del presente trabajo pero sobre todo por tu amor.

A MI HIJA

A ti Paulina Ximena que a tu corta edad eres el motor que me impulsa todos los días ya que eres mi motivo de superación.

A MIS HERMANOS

Edgar y Rafael por su apoyo para la culminación de este trabajo y por ser un ejemplo de superación.



AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme realizar este objetivo y por todo lo que me ha brindado.

A MI ASESOR DE TESIS

Ing. Joel García Zárraga Gracias por su apoyo ya que siempre conté con su orientación y conocimientos para la culminación de este trabajo.

A LA UNIVERSIDAD

A nuestra máxima casa de estudios la Universidad Nacional Autónoma de México por permitirme ser parte de ella y por brindarme las herramientas necesarias para formarme como Profesionista

A todos mis profesores de la FES ARAGON

Por compartirme su tiempo y conocimientos a lo largo de mi formación profesional.



“AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE ESTERILIZACIÓN DE REACTORES”.

OBJETIVO

Actualizar el sistema de control utilizado en los procesos de esterilización de los tanques reactores del área de inyectables con este cambio se obtendrá la actualización del sistema el cual tiene más de 10 años de uso asegurando la continuidad del proceso y el cumplimiento normativo.

JUSTIFICACIÓN

En primera instancia concluir con mi formación académica y proporcionar una base de consulta que sirva como referencia para el desarrollo de proyectos similares.

INTRODUCCIÓN

CARNOT es un laboratorio farmacéutico dedicado a la fabricación de medicamentos para el consumo humano con 80 años de presencia en el mercado nacional e internacional.

Es una empresa preocupada por estar mejorando, innovando y desarrollando nuevos procesos más eficaces en sus líneas de producción, además de contar con estrictos estándares de inocuidad en la elaboración de sus productos, estos criterios son más estrictos en áreas asépticas ya que en ellas se elaboran productos inyectables, aunque la compañía adquiere equipos de tecnologías nuevas en muchas ocasiones la adquisición de estos equipos de importación incrementa el tiempo de puesta en marcha en piso, además que en muchos casos no cumplen al 100% todos los criterios de fabricación, por lo que en estos casos se opta por actualizar los equipos de proceso existentes esto con el fin de garantizar la calidad de los productos y de no retrasar los procesos de fabricación. Los proyectos de actualización de equipos le representan a la compañía ahorros considerables ya que en muchos casos no es necesario la adquisición de otro equipo y para los casos en los que se requiere adquirir otro equipo el proyecto de actualización del equipo existente permite contar con el tiempo necesario para realizar todos los protocolos antes de adquirir un equipo nuevo.



Con base a lo ya mencionado, en el presente trabajo se desarrollará el proyecto de actualización del Sistema Automatizado de Esterilización de Reactores, ya que el actual control automático del equipo ya no cuenta con refaccionamiento de tarjetas en el mercado y para no arriesgar la continuidad del proceso de fabricación se ha optado por una actualización al sistema ya que con ello además de contar con un sistema de control que cuente con refaccionamiento el equipo realizará nuevas funciones que garanticen los nuevos criterios de fabricación, con esto se desempeñara más eficazmente con solo actualizar su sistema de control.

Este trabajo comprende la sustitución de un graficador marca Partlow versión VersaChart con un conjunto de Timers los cuales son utilizados para cada ciclo del proceso, cabe mencionar que no hay interacción entre el graficador y los Timers ya que son sistemas independientes y que solo trabajan al mismo tiempo, para el remplazo de estos elementos de control se ha optado por un PLC de nueva generación marca Unitronics, con una pantalla táctil de 15 pulgadas capaz de generar graficas en tiempo real así como de integrar el control de cada ciclo del proceso al monitoreo del mismo de forma automática.

La ingeniería está involucrada con el desarrollo de nuevas tecnologías y de la reingeniería de las ya existentes ya sea para el área eléctrica, mecánica, industrial, automatización, control, etc. En el proyecto se realizará reingeniería al sistema de control de esterilización de reactores.

En el presente trabajo se describe el funcionamiento del sistema de esterilización de Reactores, así como los requerimientos del usuario que son básicamente las mejoras y condiciones que debe cumplir el sistema en su filosofía de operación, y por último se describe el Controlador Lógico Programable seleccionado para la realización del presente proyecto, esto se describe en los siguientes capítulos.



Capítulo 1

Proporciona una introducción a los sistemas de control, sus antecedentes y funcionamiento del control lógico programable.

Capítulo 2

Este capítulo comprende los requerimientos de usuario ya que es el primer paso antes de iniciar un proyecto hay que tener claro los objetos del proyecto y estos se plantean en los requerimientos de usuario, esto con el fin de comprender a detalle las funciones que deberá realizar el sistema propuesto.

Capítulo 3

Se analizarán los elementos que integran el sistema, con el fin de conocer sus alcances de cada elemento y tener la certeza que el elemento tiene la capacidad de realizar la función asignada, así como su correcta instalación, operación adecuada para no dañarlos, y tener la certeza que ya en el sistema no obstaculizaran la operación de otro elemento asegurando la compatibilidad entre ellos.

Capítulo 4

Contiene una síntesis de los manuales, diagramas, protocolos de calificación con el fin de comprender la parte documental del equipo.

Capítulo 5

En la Puesta en Marcha se demuestra el desempeño del equipo con el cumplimiento del protocolo de calificación.



INTRODUCCIÓN.....	4
-------------------	---

CAPÍTULO 1 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE

1.1 ANTECEDENTES DEL CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE.....	9
1.2 INTRODUCCIÓN AL CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE.....	11
1.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS PLC's.....	35
1.4 CONCEPTO DE PROGRAMACIÓN.....	37
1.5 LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN PARA PLC's.....	38

CAPÍTULO 2 REQUERIMIENTOS DEL USUARIO

2.1 OBJETIVO DE LOS REQUERIMIENTOS DE USUARIO.....	45
2.2 ALCANCE.....	45
2.3 BENEFICIOS ESPERADOS.....	45
2.4 DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA.....	45
2.5 DESCRIPCIÓN ACTUAL DEL PROCESO.....	47
2.6 DIAGRAMA DE PROCESO.....	48
2.7 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PROPUESTA.....	49
2.8 RESUMEN DE REQUERIMIENTOS.....	51

CAPÍTULO 3 ELEMENTOS QUE INTEGRAN EL SISTEMA

3.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE UN REACTOR.....	55
3.2 DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE CONTROL.....	63
3.3 CARACTERÍSTICAS DEL TRANSMISOR DE PRESIÓN.....	77
3.4 CARACTERÍSTICAS DEL PLC UNILOGIC.....	83
3.5 MÓDULOS UNISTREAM.....	86



CAPÍTULO 4 DOCUMENTACIÓN

4.1	PROTOCOLO DE CALIFICACIÓN.....	89
4.2	DIAGRAMAS ELÉCTRICOS.....	94
4.3	DIAGRAMAS NEUMÁTICOS.....	101
4.4	PROGRAMA.....	102
4.5	MANUAL DE OPERACIÓN.....	107

CAPÍTULO 5 PUESTA EN MARCHA

5.1	PRUEBA SAT EN REACTOR 021.....	111
-----	--------------------------------	-----

ANEXOS

	CONCLUSIONES.....	117
--	-------------------	-----

	BIBLIOGRAFÍA.....	118
--	-------------------	-----



1.1.-Antecedentes del Controlador Lógico Programable (PLC).

Su historia se remonta a finales de la década de 1960, cuando la industria buscó en las nuevas tecnologías electrónicas una solución más eficiente para reemplazar los sistemas de control basados en circuitos eléctricos con relés, interruptores y otros componentes comúnmente utilizados para el control de los sistemas de lógica combi nacional.

En 1968 GM Hydramatic (la división de transmisión automática de General Motors) emitió una solicitud de propuestas para un reemplazo electrónico de los sistemas cableados de relés. La propuesta ganadora vino de Bedford Associates. El resultado fue el primer PLC, designado 084 porque era el proyecto de Bedford Associates n° 84.2 Bedford Associates comenzó una nueva empresa dedicada al desarrollo, fabricación, venta y mantenimiento de este nuevo producto: MÓDICON (Modular Digital Controler). Una de las personas que trabajaron en ese proyecto fue Dick Morley, quien es considerado como el «padre» del PLC.³ La marca Módico fue vendida en 1977 a Gould Electronics, y posteriormente adquirida por la compañía alemana AEG y luego por la francesa Schneider Electric, el actual propietario.

El **MODICON 084** fue el primer PLC producido comercialmente. Con este Sistema cuando la producción necesitaba variarse, entonces se variaba el sistema y este quedaba listo para seguir trabajando.



Img.1 MODICON 084

En el sistema basado en relés, estos tenían un tiempo de vida limitado y se necesitaba un sistema de mantenimiento muy estricto. El alambrado de muchos relés en un sistema muy grande era muy complicado, si había una falla, la detección del error era muy tediosa y lenta. Este nuevo controlador (el PLC) tenía que ser fácilmente programable, su vida útil tenía que ser larga y ser resistente a ambientes difíciles. Esto se logró con técnicas de programación conocidas y reemplazando los relés por elementos de estado sólido.



A mediados de los años 70, la AMD 2901 y 2903 eran muy populares entre los PLC MODICON. Por esos tiempos los microprocesadores no eran tan rápidos y sólo podían compararse a PLC's pequeños. Con el desarrollo de los microprocesadores (más veloces), cada vez PLC más grandes se basan en ellos. La habilidad de comunicación entre ellos apareció aproximadamente en el año 1973. El primer sistema que lo hacía fue el Modbus de MODICON.



Img.2 Modbus

Los PLC podían incluso estar alejados de la maquinaria que controlaban, pero la falta de estandarización debido al constante cambio en la tecnología hizo que esta comunicación se tornara difícil. En los años 80 se intentó estandarizar la comunicación entre PLC's con el protocolo de automatización de manufactura de la General Motors (MAP). En esos tiempos el tamaño del PLC se redujo, su programación se realizaba mediante computadoras personales (PC) en vez de terminales dedicadas sólo a ese propósito.

En los años 90 se introdujeron nuevos protocolos y se mejoraron algunos anteriores. El último estándar (IEC 1131-3) ha intentado combinar los lenguajes de programación de los PLC en un solo estándar internacional. Ahora se tiene PLC's que se programan en función de diagrama de bloques, listas de instrucciones, lenguaje C, etc. al mismo tiempo. También se ha dado el caso en que computadoras personales (PC) han reemplazado a PLC's

Los PLC son equipos encargados de realizar acciones de control de forma automática, puesto que los mismos pueden captar y analizar la información obtenida de los distintos dispositivos de campo que se encuentren en un proceso, para así a través de una toma de decisiones ya programada dentro de él, se puedan realizar acciones pertinentes para controlar el sistema o situación en cuestión, un controlador lógico programable, más conocido por sus siglas en inglés PLC (Programmable Logic Controller) o por autómatas programables, es una computadora utilizada en la ingeniería automática o automatización industrial, para automatizar procesos electromecánicos, tales como el control de la maquinaria de la fábrica en líneas de montaje o atracciones mecánicas.



A diferencia de las computadoras de propósito general, el PLC está diseñado para múltiples señales de entrada y de salida, rangos de temperatura ampliados, inmunidad al ruido eléctrico y resistencia a la vibración y al impacto. Seguridad o en memorias no volátiles. Un PLC es un ejemplo de un sistema de tiempo real «duro», donde los resultados de salida deben ser producidos en respuesta a las condiciones de entrada dentro de un tiempo limitado, de lo contrario no producirá el resultado deseado.

1.2 Introducción al Controlador Lógico programable.

Hasta no hace mucho tiempo el control de procesos industriales se venía haciendo de forma cableada por medio de contactores y relees. Al operario que se encontraba a cargo de este tipo de instalaciones, se le exigía tener altos conocimientos técnicos para poder realizarlas y posteriormente mantenerlas. Además cualquier variación en el proceso suponía modificar físicamente gran parte de las conexiones de los montajes, siendo necesario para ello un gran esfuerzo técnico y un mayor desembolso económico.



Img.3 PLC UniStream de Unitronics. HMI DE 15.6" y CPU Integrados.

En la actualidad no se puede entender un proceso complejo de alto nivel desarrollado por técnicas cableadas. El ordenador y los Controladores Lógicos Programables han intervenido de forma considerable para que este tipo de instalaciones se hayan visto sustituidas por otras controladas de forma programada. El Controlador Lógico Programable (PLC) nació como solución al control de circuitos complejos de automatización. Por lo tanto se puede decir que un PLC no es más que un aparato electrónico que sustituye los circuitos auxiliares o de mando de los sistemas automáticos. A él se conectan los captadores (finales de carrera, pulsadores, etc.) por una parte, y los actuadores (bobinas de contactores, lámparas, pequeños receptores, etc.)



El PLC se introdujo por primera vez en la industria en 1960 aproximadamente. La razón principal de tal hecho fue la necesidad de eliminar el gran costo que se producía al reemplazar el complejo sistema de control basado en relees y contactores. Bedford Associates propuso algo denominado Controlador Digital Modular (MODICON, Modular Digital Controller) a un gran fabricante de coches. Otras compañías propusieron a la vez esquemas basados en ordenador, uno de los cuales estaba basado en el PDP-8. El MODICON 084 (SCHNEIDER) resultó ser el primer PLC del mundo en ser producido comercialmente.

El problema de los relés era que cuando los requerimientos de producción cambiaban también lo hacía el sistema de control. Esto comenzó a resultar bastante caro cuando los cambios fueron frecuentes. Dado que los relés son dispositivos mecánicos y poseen una vida limitada se requería un estricto mantenimiento planificado. Por otra parte, a veces se debían realizar conexiones entre cientos o miles de relés, lo que implicaba un enorme esfuerzo de diseño y mantenimiento.

Los "nuevos controladores" debían ser fácilmente programables por ingenieros de planta o personal de mantenimiento. El tiempo de vida debía ser largo y los cambios en el programa tenían que realizarse de forma sencilla. Finalmente se imponía que trabajaran sin problemas en entornos industriales adversos. La solución fue el empleo de una técnica de programación familiar y reemplazar los relés mecánicos por relés de estado sólido.

A mediados de los 70 las tecnologías dominantes de los PLC eran máquinas de estado secuencial y CPU basadas en desplazamiento de bit. Los microprocesadores convencionales cedieron la potencia necesaria para resolver de forma rápida y completa la lógica de los pequeños PLC. Por cada modelo de microprocesador había un modelo de PLC basado en el mismo, Las habilidades de comunicación 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 desafortunadamente, la falta de un estándar acompañado con un continuo cambio tecnológico ha hecho que la comunicación de PLC sea un maremágnum de sistemas físicos y protocolos incompatibles entre sí. No obstante, fue una gran década para los PLC.

En los 80 se produjo un intento de estandarización de las comunicaciones con el protocolo MAP (Manufacturing Automation Protocol) de General Motor's. También fue un tiempo en el que se redujeron las dimensiones del PLC y se pasó a programar con programación simbólica a través de ordenadores personales en vez de los clásicos terminales de programación. Hoy día el PLC más pequeño es del tamaño de un simple rele.



Los 90 han mostrado una gradual reducción en el número de nuevos protocolos, y en la modernización de las capas físicas de los protocolos más populares que sobrevivieron a los 80. El último estándar (IEC 1131-3) intenta unificar el sistema de programación de todos los PLC en un único estándar internacional. Ahora disponemos de PLC's que pueden ser programados en diagramas de bloques, lista de instrucciones y texto estructurado al mismo tiempo.

Los PC están comenzando a reemplazar al PLC en algunas aplicaciones, incluso la compañía que introdujo el MODICON 084 ha cambiado al control basado en PC. Por lo cual, no sería de extrañar que en un futuro no muy lejano el PLC desaparezca frente al cada vez más potente PC, debido a las posibilidades que los ordenadores pueden proporcionar.

Entre las principales ventajas tenemos:

- Menor tiempo de elaboración de proyectos, debido a que no es necesario dibujar el esquema de contactos
Posibilidad de añadir modificaciones sin costo añadido en otros componentes.
- Mínimo espacio de ocupación.
- Menor costo de mano de obra de la instalación
- Mantenimiento económico.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con el mismo PLC
- Menor tiempo de puesta en funcionamiento.

Si el PLC queda pequeño para el proceso industrial puede seguir siendo de utilidad en otras máquinas o sistemas de producción.

Entre los inconvenientes podemos citar Es el adiestramiento de técnicos y su costo. Al día de hoy estos inconvenientes se van haciendo cada vez menores, ya que todos los PLC comienzan a ser más sencillos de programar.



Desarrollo.

Los primeros PLC fueron diseñados para reemplazar los sistemas de relés lógicos. Estos PLC fueron programados en lenguaje llamado Listado de instrucciones con el cual las órdenes de control se le indicaban al procesador como un listado secuencial de códigos en lenguaje de máquinas. Luego para facilitar el mantenimiento de los sistemas a controlar se introdujo un lenguaje gráfico llamado lenguaje Ladder también conocido como diagrama de escalera, que se parece mucho a un diagrama esquemático de la lógica de relés. Este sistema fue elegido para reducir las demandas de formación de los técnicos existentes. Otros autómatas primarios utilizaron un formulario de listas de instrucciones de programación.

Los PLC's modernos pueden ser programados de diversas maneras, desde diagramas de contactos, a los lenguajes de programación tales como dialectos especialmente adaptados de BASIC y C. Otro método es la lógica de estado, un lenguaje de programación de alto nivel diseñado para programar PLC basados en diagramas de estado.



Img.4 ciclo operativo del PLC

Funciones.

La función básica y primordial del PLC ha evolucionado con los años para incluir el control del relé secuencial, control de movimiento, control de procesos, sistemas de control distribuido y comunicación por red. Las capacidades de manipulación, almacenamiento, potencia de procesamiento y de comunicación de algunos PLC's modernos son aproximadamente equivalentes a las computadoras de escritorio. Un enlace-PLC programado combinado con hardware de E/S remoto, permite utilizar un ordenador de sobremesa de uso general para suplantar algunos PLC en algunas aplicaciones. En cuanto a la viabilidad de estos controladores de ordenadores de sobremesa basados en lógica, es importante tener en cuenta que no se han aceptado generalmente en la industria pesada debido a que los ordenadores de sobremesa ejecutan sistemas operativos menos estables que los PLC's, y porque el hardware del ordenador de escritorio está típicamente no diseñado a los mismos niveles de tolerancia a



la temperatura, humedad, vibraciones, y la longevidad como los procesadores utilizados en los PLC. Además de las limitaciones de hardware de lógica basada en escritorio; sistemas operativos tales como Windows no se prestan a la ejecución de la lógica determinista, con el resultado de que la lógica no siempre puede responder a los cambios en el estado de la lógica o de estado de entrada con la consistencia extrema en el tiempo como se espera de los PLC's. Sin embargo, este tipo de aplicaciones de escritorio lógicas encuentran uso en situaciones menos críticas, como la automatización de laboratorio y su uso en instalaciones pequeñas en las que la aplicación es menos exigente y crítica, ya que por lo general son mucho menos costosos que los PLC's.

Estructura interna.

Sus partes fundamentales son la unidad central de proceso o CPU, y las interfaces de entrada y salida. La CPU es el cerebro del PLC y está formado por el procesador y la memoria. El procesador se encarga de ejecutar el programa escrito por el usuario, que se encuentra almacenado en la memoria. Además el procesador se comunica con el exterior mediante sus puertos de comunicación y realiza funciones de autodiagnóstico. La interfaz de entrada se ocupa de adaptar las señales provenientes de los elementos captadores, tales como botoneras, llaves, límites de carrera etc. a nivel que el CPU pueda interpretar como información. Por otra parte, cuando la CPU resuelve, a través de un programa interno, activa algún elemento de campo, la interfaz de salida es la encargada de administrar la potencia necesaria para comandar el actuador.

Relé lógico programable (PLR).

En los últimos años, unos pequeños productos llamados relés lógicos programables (PLR), y también por otros nombres similares, se han vuelto más comunes y aceptados. Estos son muy similares a los PLC, y se utilizan en la industria ligera, donde sólo unos pocos puntos de entrada/salida (es decir, unas pocas señales que llegan desde el mundo real y algunas que salen) están involucrados, y el bajo costo es deseado. Estos pequeños dispositivos se hacen típicamente en un tamaño físico y forma común por varios fabricantes, y con la marca de los fabricantes más grandes de PLC's para completar su gama baja de producto final. La mayoría de ellos tienen entre 8 y 12 entradas digitales, 4 y 8 salidas discretas, y hasta 2 entradas analógicas. El tamaño es por lo general alrededor de 10 cm de ancho y 7,5 cm de alto y 7,5 cm de profundidad. La mayoría de estos dispositivos incluyen una pantalla LCD de tamaño pequeño para la visualización simplificada lógica de escalera (sólo una porción muy pequeña del programa está visible en un momento dado) y el estado de los puntos de E/S. Normalmente estas pantallas están acompañadas por una botonera basculante de cuatro posiciones más cuatro pulsadores más separados, y se usan para navegar y editar la lógica. La mayoría tienen un pequeño conector para la conexión a través de RS-232 o RS-485 a un ordenador personal para que los programadores puedan utilizar simples aplicaciones de Windows para



la programación en lugar de verse obligados a utilizar la pantalla LCD y el conjunto de pequeños pulsadores para este fin. A diferencia de los PLC's regulares que son generalmente modulares y ampliables en gran medida, los PLRs son por lo general no modulares o expansibles, pero su precio puede ser dos órdenes de magnitud menos de un PLC y todavía ofrecen un diseño robusto y de ejecución determinista de la lógica. En los últimos años se está incluso incorporando en estos pequeños dispositivos, una conexión de red Ethernet con RJ45 que permite configurar y monitorizar el equipo de forma remota.

Relés Programables.

Son parecidos a los autómatas, pero son más lentos ya que disponen de menor potencia de cálculo. Pero al ser más sencillos de programar, más económicos y más fáciles de instalar que los autómatas programables, se han extendido su uso en instalaciones industriales y domésticas.



Img.5 Relevador programable LOGO

Partes de un relé programable.

Están formados por un módulo principal, que dispone de un teclado, la pantalla de cristal líquido, el puerto de conexión al PC y los bornes de entradas y salidas a este módulo principal se le pueden conectar por un lateral, otros módulos de expansión para entradas y/o salidas adicionales o para funciones de comunicación (bus KNX, módem telefónico, etc).

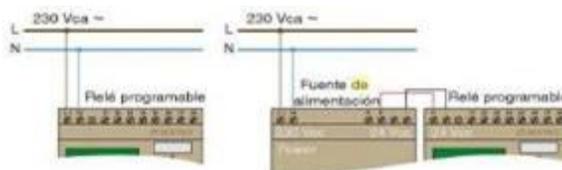


Conexiones de un relé programable.

Son necesarias realizar tres tipos de conexión, que son los siguientes:

- Alimentación eléctrica.

Según el modelo y el lugar de instalación, la alimentación puede ser a 230 Vca, o 24 Vcc. Los primeros se conectan directamente a la red de alimentación y los segundos necesitan de una fuente de alimentación externa para convertir los 230 Vca en 24 Vcc



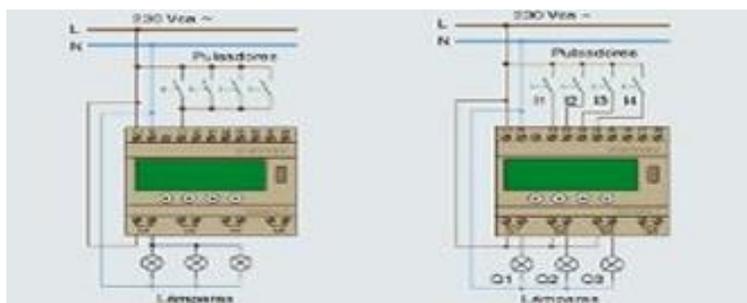
Img.6 alimentación plc logo

- Conexión de sensores a las entradas.

según el tipo de relé, la conexión de los sensores a las entradas puede hacerse de varias formas, según sean la conexión a 230 Vca o a 24 Vcc.

- Conexión de actuadores a las salidas.

La conexión depende del tipo de relé programable. Los modelos con salidas a relés son los más extendidos.



Img.7 conexión de salidas plc



Otros usos.

Hoy en día, los PLC no sólo controlan la lógica de funcionamiento de máquinas, plantas y procesos industriales, sino que también pueden realizar operaciones aritméticas, manejar señales analógicas para realizar estrategias de control, tales como controladores PID (Proporcional, Integral y Derivativo).

Campos de aplicación.

El PLC por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. La constante evolución del hardware y software amplía constantemente este campo para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el espectro de sus posibilidades reales.

Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario un proceso de maniobra, control, señalización, etc., por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industriales de cualquier tipo a transformaciones industriales, control de instalaciones, etc.

Sus reducidas dimensiones, la extremada facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos, etc., hace que su eficacia se aprecie fundamentalmente en procesos en que se producen necesidades tales como:

- Espacio reducido.
- Procesos de producción periódicamente cambiantes.
- Procesos secuenciales.
- Maquinaria de procesos variables.
- Instalaciones de procesos complejos y amplios.
- Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso.
- Maniobra de máquinas.
- Maniobra de instalaciones.
- Señalización y control.

Chequeo de Programas Señalización del estado de procesos

Tal y como dijimos anteriormente, esto se refiere a los Controlador Lógico Programable industriales, dejando de lado los pequeños PLC para uso más personal (que se pueden emplear, incluso, para automatizar procesos en el hogar, como la puerta de un cochero o las luces de la casa).



Modo de Funcionamiento.

Los Controladores Lógicos Programables son máquinas secuenciales que ejecutan correlativamente las instrucciones indicadas en el programa de usuario almacenado en su memoria, generando unas órdenes o señales de mando a partir de las señales de entrada leídas de la planta (aplicación): al detectarse cambios en las señales, el autómatas reacciona según el programa hasta obtener las órdenes de salida necesarias. Esta secuencia se ejecuta continuamente para conseguir el control actualizado del proceso.

La secuencia básica de operación del autómatas se puede dividir en tres fases principales:

- Lectura de señales desde la interfaz de entradas.
- Procesado del programa para obtención de las señales de control.
- Escritura de señales en la interfaz de salidas.

A fin de optimizar el tiempo, la lectura y escritura de las señales se realiza a la vez para todas las entradas y salidas; Entonces, las entradas leídas de los módulos de entrada se guardan en una memoria temporal (Imagen entradas). A esta acude la CPU en la ejecución del programa, y según se va obteniendo las salidas, se guardan en otra memoria temporal (imagen de salida). Una vez ejecutado el programa completo, estas imágenes de salida se transfieren todas a la vez al módulo de salida.

Ciclo de funcionamiento.

El funcionamiento del Controlador Lógico Programable es, salvo el proceso inicial que sigue a un Reset, de tipo secuencial y cíclico, es decir, las operaciones tienen lugar una tras otra, y se van repitiendo continuamente mientras el autómatas esté bajo tensión.

Proceso inicial.

Antes de entrar en el ciclo de operación el autómatas realiza una serie de acciones comunes, que tratan fundamentalmente de inicializar los estados del mismo y chequear el hardware. Estas rutinas de chequeo, incluidas en el programa monitor ROM, comprueban:

- El bus de conexiones de las unidades de E/S.
- El nivel de la batería, si esta existe.
- La conexión de las memorias internas del sistema.



- El módulo de memoria exterior conectado, si existe.

Si se encontrara algún error en el chequeo, se activaría el LED de error y quedaría registrado el código del error.

Comprobadas las conexiones, se inicializan las variables internas:

- Se ponen a OFF las posiciones de memoria interna (excepto las mantenidas o protegidas contra pérdidas de tensión).
- Se borran todas las posiciones de memoria imagen E/S.
- Se borran todos los contadores y temporizadores (excepto los mantenidos o protegidos contra pérdidas de tensión).
- Transcurrido el Proceso Inicial y si no han aparecido errores el autómatas entra en el Ciclo de Operación.

Ciclo de operación

Este ciclo puede considerarse dividido en tres bloques:

- Proceso Común.
- Ejecución del programa.
- Servicio a periféricos.

Proceso común:

En este primer bloque se realizan los chequeos cíclicos de conexiones y de memoria de programa, protegiendo el sistema contra:

- Errores de hardware (conexiones E/S, ausencia de memoria de programa, etc).
- Errores de sintaxis (programa imposible de ejecutar).

El chequeo cíclico de conexiones comprueba los siguientes puntos:

- Niveles de tensión de alimentación.
- Estado de la batería si existe.
- Buses de conexión con las interfaces.



Servicio a periféricos.

Este tercer y último bloque es únicamente atendido si hay pendiente algún intercambio con el exterior. En caso de haberlo, la CPU le dedica un tiempo limitado, de 1 a 2 ms, en atender el intercambio de datos. Si este tiempo no fuera suficiente, el servicio queda interrumpido hasta el siguiente ciclo.

Tiempo de ejecución y control en tiempo real.

El tiempo total que el Controlador Lógico Programable emplea para realizar un ciclo de operación se llama tiempo de ejecución de *ciclo de operación* o más sencillamente tiempo de ciclo "Scan time".

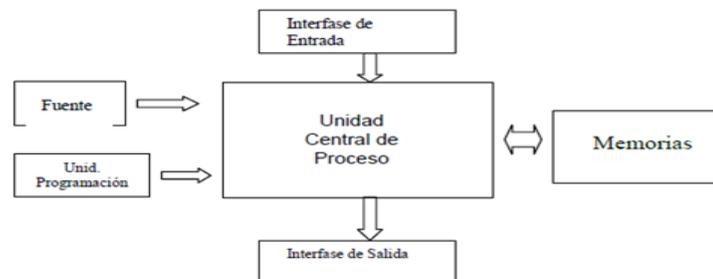
Dicho tiempo depende de:

- El número de E/S involucradas.
- La longitud del programa usuario
- El número y tipo de periféricos conectados al autómata.

Los tiempos totales de ciclos son entonces la suma de tiempos empleados en realizar las distintas operaciones del ciclo.

- Autodiagnóstico (Proceso común).
- Actualización de E/S (Ejecución del programa).
- Ejecución de programa (Ejecución del programa).
- Servicio a periféricos (Servicio a periféricos).

Estructura Externa.



Img.8 Estructura plc

**Estructura compacta.**

Este tipo de Controlador Lógico Programable se distingue por presentar en un solo bloque todos sus elementos, esto es, fuente de alimentación, CPU, memorias, entradas/salidas, etc.

Son los PLC de gama baja o nanos 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.

Estructura semi-modular.

Se caracteriza por separar las E/S del resto del Controlador Lógico Programable, 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 Controlador Lógico Programable de gama media los que suelen tener una estructura semi modular (Americana).

Estructura modular.

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

Unidad de Programación.

Es el conjunto de medios, hardware y software mediante los cuales el programador introduce y depura sobre las secuencias de instrucciones (en uno u otro lenguaje) que constituyen el programa a ejecutar.

Esta puede estar constituida por un teclado pequeño al controlador, donde cada tecla responderá a un elemento del circuito/programa a desarrollar.

Fuente de Alimentación.

La fuente de alimentación proporciona las tensiones necesarias para el funcionamiento de los distintos circuitos del sistema.



La alimentación a la CPU puede ser de continua a 24 Vcc, tensión muy frecuente en cuadros de distribución, o en alterna a 110 / 220 Vca. En cualquier caso es la propia CPU la que alimenta las interfaces conectadas a través del bus interno.

La alimentación a los circuitos E/S puede realizarse según tipos en alterna a 48/110/220 vca o en continua a 12/24/48 vcc. la fuente de alimentación del Controlador Lógico Programable puede incorporar una batería de reserva, que se utiliza para el mantenimiento de algunas posiciones internas y del programa usuario en memoria RAM, o cuando falla la alimentación o se apaga el Controlador Lógico Programable.

Unidad Central de Proceso.

La CPU (Central Processing Unit) es la parte inteligente del sistema. Interpreta las instrucciones del programa de usuario y consulta el estado de las entradas. Dependiendo de dichos estados y del programa, ordena la activación de las salidas deseadas.

La CPU está constituida por los siguientes elementos:

- Procesador.
- Memoria monitor del sistema.
- Circuitos auxiliares.

Procesador.

Está constituido por el microprocesador, el reloj (generador de onda cuadrada) y algún chip auxiliar.

El microprocesador es un circuito integrado (chip), que realiza una gran cantidad de operaciones, que podemos agrupar en:

- Operaciones de tipo lógico
- Operaciones de tipo aritmético.
- Operación de lectura y modificación de datos.
- Operaciones de entrada – salida.
- Operaciones de control de la transferencia de la información dentro del autómata.



Para que el microprocesador pueda realizar todas estas operaciones está dotado de unos circuitos internos que son los siguientes:

- Circuitos de la unidad aritmética y lógica o ALU: Es la parte donde se realizan los cálculos y las decisiones lógicas para controlar el autómata.
- Circuitos de la unidad de control (UC) o Decodificador de instrucciones: Decodifica las instrucciones leídas en memoria y se generan las señales de control.
- Acumulador: Es la encargada de almacenar el resultado de la última operación realizada por el ALU.
- Flags: o indicadores de resultado, que pueden ser consultados por el programa.
- Contador de programa: Encargada de la lectura de las instrucciones de usuario.
- Bus (interno): No son circuitos en sí, sino zonas conductoras en paralelo que transmiten datos, direcciones, instrucciones y señales de control entre las diferentes partes del Controlador Lógico Programable.

Memoria monitor del sistema; es una memoria de tipo ROM, Lectura y escritura en las interfaces de E/S. operativo del autómata contiene las siguientes rutinas, incluidas por el fabricante.

- Inicialización tras puesta en tensión o reset.
- Rutinas de test y de respuesta a error de funcionamiento.
- Intercambio de información con unidades exteriores.
- Lectura y escritura en las interfaces de E/S.
- Funciones básicas de la CPU.

En la memoria ROM del sistema, el fabricante ha grabado una serie de programas ejecutivos, software del sistema y es a estos programas a los que accederá el procesador para realizar las funciones.

El software del sistema de cualquier Controlador Lógico Programable consta de una serie de funciones básicas que realiza en determinados tiempos de cada ciclo.



En general cada Controlador Lógico Programable contiene y realiza las siguientes funciones:

- Vigilar que el tiempo de ejecución del programa de usuario, que no exceda de un determinado tiempo máximo. A esta función se le denomina Watchdog.
- Ejecutar el Programa del usuario.
- Crear una imagen de las entradas, ya que el programa de usuario no debe acceder directamente a dichas entradas.
- Renovar el estado de las salidas en función de la imagen de las mismas, obtenida al final del ciclo de ejecución del programa usuario.
- Cheque del sistema.

Memorias.

La memoria es el almacén donde el Controlador Lógico Programable guarda todo cuanto necesita para ejecutar la tarea de control:

- Datos Del proceso.
- Señales de planta, entradas y salidas.
- Variables internas, de bit y de palabra.
- Datos alfanuméricos y constantes.
- Datos de control.
- Instrucciones de usuario (programa).
- Configuración Controlador Lógico Programable (modo de funcionamiento, número de e/s conectadas).

Existen varios tipos de memorias:

- RAM. Memoria de lectura y escritura.
- ROM. Memoria de solo lectura, no reprogramable.



- EPROM. Memoria de solo lectura, reprogramables con borrado por ultravioletas.
- EEPROM. Memoria de solo lectura, alterables por medios eléctricos.

La memoria RAM se utiliza principalmente como memoria interna, y únicamente como memoria de programa en el caso de que pueda asegurarse el mantenimiento de los datos con una batería exterior.

La memoria ROM se utiliza para almacenar el programa monitor del sistema como hemos visto en el apartado dedicado a la CPU.

Las memorias EPROM se utilizan para almacenar el programa de usuario, una vez que ha sido convenientemente depurada.

Las memorias EEPROM se emplean principalmente para almacenar programas, aunque en la actualidad es cada vez más frecuente el uso de combinaciones RAM + EEPROM (NOVRAM), utilizando estas últimas como memorias de seguridad que salvan el contenido de las RAM. Una vez reanudada la alimentación, el contenido de la EEPROM se vuelca sobre la RAM. Las soluciones de este tipo están sustituyendo a las clásicas RAM + batería puesto que presentan muchos menos problemas.

Memoria interna.

En un Controlador Lógico Programable, la memoria interna es aquella que almacena el estado de las variables que maneja, entradas, salidas, contadores, relees internos, señales de estado, etc. Esta memoria interna se encuentra dividida en varias áreas, cada una de ellas con un cometido y características distintas.

La clasificación de la memoria interna no se realiza atendiendo a sus características de lectura y escritura, sino por el tipo de variables que almacena y el número de bits que ocupa la variable. Así, la memoria interna del Controlador Lógico Programable queda clasificada en las siguientes áreas.

Interfaces.

En el control de un proceso automatizado, es imprescindible un dialogo entre operador-máquina junto con una comunicación entre la máquina y el Controlador Lógico Programable, estas comunicaciones se establecerán por medio del conjunto de entradas y salidas del citado elemento.



Todas las señales provenientes del campo son informadas a la CPU, luego de ser tomadas por los captosres de entradas, y a su vez, las órdenes generadas por la CPU son comunicadas a los elementos del proceso bajo control por medio de las interfaces de salida.

Los Controlador Lógico Programable son capaces de manejar tensiones y corrientes de nivel industrial, gracias a que disponen un bloque de circuitos de interfaz de E/S muy potente, que les permite conectarse directamente con los sensores y accionamientos del proceso.

En los controladores más sencillos, las interfaces de entrada se encargan de convertir la tensión o la corriente que reciben de los sensores, límites de carrera, pulsadores, llaves, etc., en niveles apropiados para la operación de la CPU. De la misma manera las interfaces de salida permiten partiendo de las señales de baja tensión originadas en la CPU, comandar contactores, solenoides de válvulas, arrancadores de motores, valiéndose de diacs, triacs, relés etc.

Las señales digitales o discretas como los interruptores, son simplemente una señal de 1 ó 0, Verdadero o Falso, respectivamente. Los interruptores son ejemplos de dispositivos que proporcionan una señal discreta, que son enviadas usando la tensión o la intensidad, donde un rango específico corresponderá al On y otro rango al Off. Un PLC puede utilizar 24V de corriente continua en la E/S donde valores superiores a 22V representan un On, y valores inferiores a 2V representan Off. Inicialmente los PLC solo tenían E/S discretas.

A medida que la complejidad de los PLC aumenta, es necesario contar con otro tipo de interfaces que puedan interpretar señales analógicas provenientes del proceso y emitirlas como salidas.

Las señales analógicas son como controles de volúmenes, con un rango de valores entre 0 y el tope de escala. Esto es normalmente interpretado con valores enteros por el PLC, con varios rangos de precisión dependiendo del dispositivo o del número de bits disponibles para almacenar los datos. Presión, temperatura, flujo, y peso son normalmente representados por señales analógicas. Las señales analógicas pueden usar tensión o intensidad con una magnitud proporcional al valor de la señal que procesamos.



Entradas – Salidas.

La sección de entradas mediante el interfaz adapta y codifica de forma comprensible para la CPU las señales procedentes de los dispositivos de entrada o captadores.

Hay dos tipos de entradas:

- Entradas digitales.
- Entradas analógicas.

La sección de salida también mediante interfaz trabaja de forma inversa a las entradas, es decir, decodifica las señales procedentes de la CPU, y las amplifica y manda con ellas los dispositivos de salida o actuadores como lámparas, relees... aquí también existen unos interfaces de adaptación a las salidas de protección de circuitos internos.

Hay dos tipos de salidas:

- Salidas digitales.
- Salidas analógicas.

Entradas y Salidas Discretas.

Esta interfaz tiene la simple función de informar a la CPU, de la presencia o ausencia de señal, tensión o corriente, en un circuito, apertura o cierre de un contacto, pulsador, límite de carrera, etc. En el caso de las salidas estas conectan o desconectan al circuito de actuación de un solenoide, contactor, lámpara, etc.

Las interfaces discretas abarcan un rango muy amplio de opciones de operación. Un contacto externo al controlador puede estar conectado a distintos voltajes, según la máquina o proceso lo mismo para otro tipo de captador.



Existen entonces interfaces para corriente alterna, corriente continua y a su vez para distintos niveles y tipos de tensiones que van desde los cinco voltios hasta niveles industriales.

Las interfaces de entrada-salida suelen estar construidas de forma de módulos que se alojan en bases de montaje, controladores modulares, o bien formando parte del controlador, compactos.

Tanto las entradas como las salidas pueden contener un borne común, para varias de ellas o bien estar dispuestas en forma individual aisladas entre sí.

Los módulos de entrada digitales permiten conectar al Controlador Lógico Programable de tipo todo o nada como finales de carrera pulsadores, llaves, etc.

Los módulos de entrada digitales trabajan con señales de tensión, por ejemplo, cuando por una vía llegan 24 voltios se interpreta como un "1" y cuando llegan cero voltios se interpreta como un "0".

El proceso de adquisición de la señal digital consta de varias etapas.

- Protección contra sobre tensiones.
- Filtrado.
- Puesta en forma de la onda.
- Aislamiento galvánico o por opto acoplador.

Las entradas digitales pueden ser discretas o de palabras:

Entradas Discretas.

Dentro de cada interfaz de entrada discreta, existe un elemento rectificador y un acondicionador de señal que elimina los ruidos de líneas y rebates de contactos.

Luego un tercer elemento detecta el umbral de tensión de activación y finalmente a través de una opto aislación se conecta a la lógica de la CPU. Esta aislación es para asegurar el funcionamiento confiable del controlador.



El último bloque de una entrada es el que comunica a la lógica del sistema un uno o un cero según el nivel de tensión de entrada. Esto es siempre complementado por un indicador de nivel del estado de entrada constituido generalmente por un LED.

El estado activado – desactivado de cada entrada se guarda en tablas de memorias, memorias imagen o registro de imagen, para que una vez por cada barrido del programa del usuario informen su estado a la CPU y luego se vuelven a actualizar. estas interfaces tienen la simple función de informar a la CPU del estado de presencia o ausencia de tensión en un circuito cierre o apertura de un contactor, pulsador, etc

Salidas Discretas.

Un módulo de salida digital permite al Controlador Lógico Programable actuar sobre los pre-accionadores y accionadores que admitan ordenes de tipo todo o nada.

El valor binario de las salidas digitales se convierte en la apertura o cierre de un relee interno del autómatas en el caso de módulos de salidas a relee.

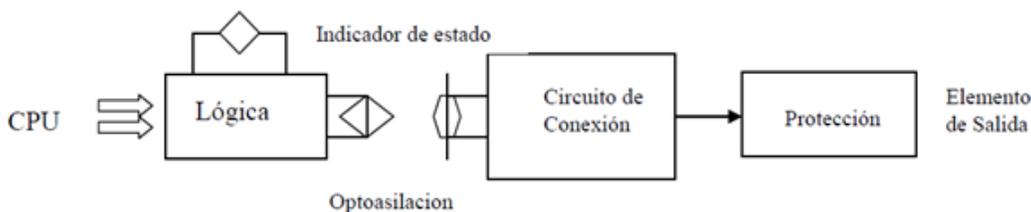
En los módulos estáticos (bornero), los elementos que conmutan son los componentes electrónicos como transistores o triacs, y en los módulos electromecánicos son contactos de relees internos al módulo.

Los módulos de salidas estáticos al suministrar tensión, solo pueden actuar sobre elementos que trabajan todos a la misma tensión, en cambio los módulos de salida electromecánicos, al ser libres de tensión, pueden actuar sobre elementos que trabajen a tensiones distintas.

Las interfaces de salida discretas son similares, la señal de activación originada por la CPU, es pasada por una opto aislación, seguida por un circuito que se encarga de disparar el elemento final de salida, relés, triacs, bobina, transistor de potencia, etc., existe además un elemento de protección contra sobrecargas o cortocircuitos.

La detección del nivel de umbral de entrada causa una demora que varía según el fabricante y se estima en un valor promedio de 10 milisegundos, esta demora no es igual cuando se trata de conexión que de desconexión, siendo las salidas discretas que trabajan con corriente continua son más veloces que las de corriente alterna.

También, como en las entradas, el estado activado – desactivado de cada salida se guarda en tablas de memorias imagen o en registros de imagen, para que una vez por cada barrido del programa del usuario informen su estado a la CPU y luego se vuelven a actualizar.



Img.9 Estado de entradas

Entradas de Palabras.

Las interfaces de entradas de palabras permiten conectar elementos cuyas señales son palabras formadas por múltiples bits en paralelos, como por ejemplo llaves selectoras rotativas binarias.

Las palabras pueden estar formadas por cuatro u ocho canales de entrada, cada canal permite conectar varias llaves del tipo binario, este tipo de entrada cuenta con un borne para activarlas de forma multiplexada de uno en uno en forma secuencial.

Las entradas filtradas y luego en forma sincronizada se almacena en una memoria intermedia y permanecen allí hasta ser leídas, cuando la actualización de cada canal no es sincrónico con el barrido de la CPU, existe un sistema de protección para que el canal no se actualice en el momento en que esta leído.

Salidas de Palabras.

Las salidas de este tipo activan grupos de 8 o 16 bits, que forman palabras binarias. Se usan para manejar elementos como display de siete segmentos y otros elementos del proceso.

Generalmente cuentan con una única bornera de 8/16 bornes y de una señal para sincronizar la lectura de varios canales por esa misma bornera. Las salidas son opto aisladas y poseen un sistema para evitar la actualización de los canales mientras se están siendo leídos.

Entradas analógicas.

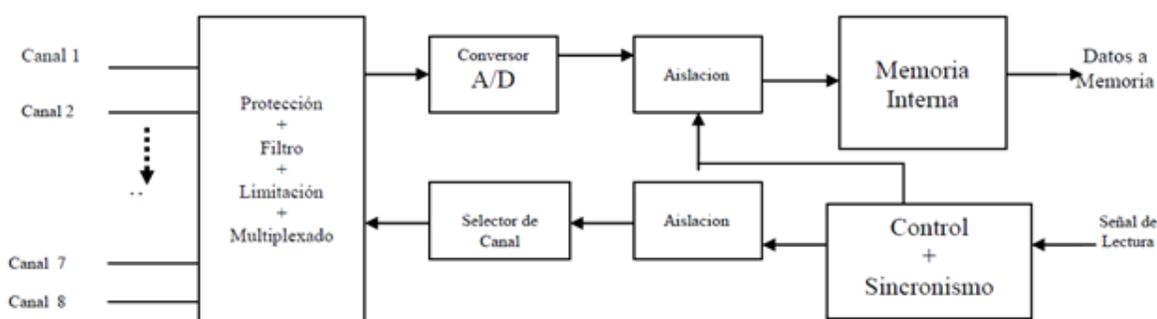
Los módulos de entrada analógicas permiten que los Controlador Lógico Programable trabajen con accionadores de mando analógico y lean señales de tipo analógico como pueden ser la temperatura, la presión, el caudal, tensión



o intensidad, etc. Los módulos de entradas analógicas convierten una magnitud analógica en un número que se deposita en una variable interna del Controlador Lógico Programable. Lo que realiza es una conversión A/D, puesto que el autómatas solo trabaja con señales digitales. Esta conversión se realiza con una precisión o resolución determinada (numero de bits) y cada cierto intervalo de tiempo (periodo muestreo) .El proceso de adquisición de la señal analógica consta de varias etapas: Filtrado, Conversión A/D, Memoria interna.

Un módulo clásico de entrada analógica puede tener, por ejemplo, cuatro u ocho canales de entrada multiplexado. Poseen normalmente etapas en sus circuitos con frecuencias de filtrado y limitación de señal. La etapa limitadora previene la llegada al conversor analógico/digital de señales de valor excesivo o de polaridad incorrecta, las señales pueden ser además opto aisladas tanto en la entrada como en el multiplexado.

Luego de pasar por las etapas de filtrado y limitación, la señal analógica es transmitida al conversor analógico digital desde donde la señal digital equivalente pasa por una memoria intermedia y luego a la memoria de estados de entrada y salidas del controlador, dentro de esta etapa también se encuentran circuitos de sincronismos para seleccionar el canal que debe ser leído en forma secuencial y transportar el valor hasta la memoria intermedia. También posee circuitos de inhibición para evitar la lectura por la CPU simultáneamente de valores en la memoria intermedia, de la misma manera que en los módulos de entrada.el tiempo de lectura y actualización de los estados de entrada analógico está determinado por el modulo en sí y es independiente del tiempo de barrido de la CPU. De otro modo, el tiempo no depende de cuantas veces lee la CPU en estado de la memoria intermedia, sino de la mayor o menor velocidad del ciclo del conversor analógico/digital.Luego del proceso de lectura, los datos obtenidos se transfieren a posiciones de memoria, desde donde el programa escrito por el usuario toma los valores para realizar las operaciones.



Img.10 Datos en memoria



Salidas analógicas.

Los módulos de salida analógica permiten que el valor de una variable numérica interna del autómeta se convierta en tensión o intensidad. Lo que realiza es una conversión D/A, puesto que el Controlador Lógico Programable solo trabaja con señales digitales. Esta conversión se realiza con una precisión o resolución determinada (número de bits) y cada cierto intervalo de tiempo (periodo muestreo).

Esta tensión o intensidad puede servir de referencia de mando para actuadores que admitan mando analógico como pueden ser los variadores de velocidad, las etapas de los tiristores de los hornos, reguladores de temperatura, permitiendo al Controlador Lógico Programable realiza funciones de regulación y control de procesos continuos.

El proceso de envío de la señal analógica consta de varias etapas:

- Aislamiento galvánico.
- Conversión D/A.
- Circuitos de amplificación y adaptación.
- Protección electrónica de la salida.

Como hemos visto las señales analógicas sufren un gran proceso de adaptación tanto en los módulos de entrada como en los módulos de salida. Las funciones de conversión A/D y D/A que realiza son esenciales. Por ello los módulos de E/S analógicos se les consideran módulos de E/S especiales.

Los tamaños de las palabras son de 10 bits o menores, esa longitud de palabra da una resolución de una parte en mil veinticuatro (1/1024) que corresponde aproximadamente 0,01 volt si se trabaja entre 0 y 10 volt.

Los módulos de este tipo pueden manejar entre cuatro u ocho salidas, tiene circuitos de aislación antes de entrar al conversor digital/analógico, control de sincronismo y control para evitar choques entre la lectura y escritura de cada una de las salidas de los canales.

Módulos de Funciones Especiales.

Todas las interfaces o adaptadores descritos hasta ahora tienen la tarea de convertir señales de entrada en valores aceptables para la CPU, o convertir las señales entregadas por la CPU en valores convenientes para los actuadores. Cuando los PLC deben controlar procesos o máquinas que requieren tareas más complejas, como por ejemplo, resolución de ecuaciones que requieren aritmética avanzada, emisión de informes en códigos ASCII, control de



velocidades superiores al barrido del equipo, repuestas a señales que no pueden aceptar demoras, control de lazos PID, estas tipo de tareas pueden resultar limitaciones que estén dadas por la falta de capacidad de los controladores para atender en un tiempo razonable esas operaciones sin dejar de lado la resolución de la lógica de contacto.

Para ello se diseñaron módulos de entrada/salida con concepto de modulo inteligente de funciones especiales, estos tienen la capacidad propia para el procesamiento de datos y no influyen en el tiempo de barrido del contador, por contar con su propio microprocesador y un barrido asincrónico con respecto a la CPU, pero con la capacidad de tomar, modificar y escribir datos en la memoria.

Modulo de Entrada de Pulsos de Alta Velocidad.

Permite conectar al sistema dispositivos que producen trenes de pulsos demasiado rápidos para que el barrido del controlador, pueda reaccionar o efectuar conteos, ejemplo, caudalímetro, turbinas, tacómetros, etc.

Este tipo de módulos tiene entradas/salidas, por las que ingresan las señales de frecuencias hasta 100 Khz., y las salidas pueden adoptar resultados de conexión/desconexión de acuerdo al programa que el usuario carga en la memoria del modulo.

El programa consiste fundamentalmente comparar entre los valores reales de conteo, con los que el usuario prefija, o pueden ser tomados de la memoria principal del PLC, cuando se alcanzan los valores prefijados, se activan las salidas del módulo y/o se actualizan los estados de la memoria del PLC.

Cuando se usa un caudalímetro que envía pulsos, el módulo puede efectuar conteos de acuerdo a una unidad de tiempo, pulsos/segundos.

Módulo de Control de Ejes.

Este módulo tiene generalmente la función de controlar la posición punto a punto de servomotores en lazos cerrados, tienen la posibilidad de manejar el posicionamiento de varios ejes a la vez.

La tarea principal del módulo es el cómputo de velocidad y posición independientemente del barrido del PLC. Para ello el modulo, cuenta con su propia CPU y se programa con el lenguaje de alto nivel por medio de una PC o una terminal sin inteligencia.

Además, estos módulos pueden almacenar distintos perfiles de funcionamiento en tablas que son consultadas desde el programa del usuario.



Este tipo de módulo cuenta con pórticos de comunicación que pueden usarse para emitir reportes a una impresora o algún periférico en serie, centro de mecanización, maquinas-herramientas, robots de soldadura, etc.

Módulo de Entrada de Termocuplas.

Proveen de alta precisión en las lecturas de termocuplas, usando resoluciones de hasta catorce bits, la señal que se le envía al PLC puede ser expresada en grados Celsius, grados Fahrenheit, o en milivolts.

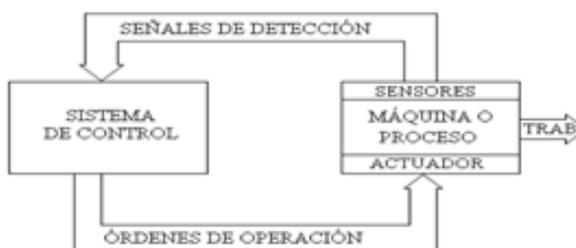
La calibración del módulo, ajuste de cero y rango se realizan de manera similar a los métodos de calibración de transmisores, estos ajustes dan la posibilidad de lograr una alta resolución en bajas temperaturas manteniendo el rango al máximo.

El módulo permite la conexión de varias termocuplas, que constituyen canales de entrada que se interpretan secuencialmente mediante un barrido propio del módulo. El tiempo aproximado para ocho canales es de 40 milisegundos, los canales que no se usen pueden ser deshabilitados para aumentar la velocidad de barrido.

1.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS PLC'S.

Dentro de las ventajas que estos equipos poseen se encuentra que, gracias a ellos, es posible ahorrar tiempo en la elaboración de proyectos, pudiendo realizar modificaciones sin costos adicionales. Por otra parte, son de tamaño reducido y mantenimiento de bajo costo, además permiten ahorrar dinero en mano de obra y la posibilidad de controlar más de una máquina con el mismo equipo.

Sin embargo, y como sucede en todos los casos, los controladores lógicos programables, o PLCs, presentan ciertas desventajas como es la necesidad de contar con técnicos calificados y adiestrados específicamente para ocuparse de su buen funcionamiento.



Img.11 Sistema de control



En un sistema de control como el de la figura 11, resulta conveniente presentar las ventajas y desventajas que presentaría un PLC, con respecto a los sistemas tradicionales.

Ventajas de los PLC:

- Control más preciso
- Mayor rapidez de respuesta
- Flexibilidad control de procesos
- Mejor monitoreo del funcionamiento
- Menor mantenimiento
- Detección rápida de averías
- Posibilidad de modificaciones sin elevar costos
- Menor costo de instalación, operación y mantenimiento
- Posibilidad de gobernar varios actuadores con el mismo autómatas
- No es necesario dibujar los esquemas de contacto
- No es necesario simplificar ecuaciones lógicas
- Dada su gran capacidad de memoria
- La cantidad de materiales es reducidísima
- Posibilidad de cambios sin cablear de nuevo
- Mínimo espacio

Posibilidad de controlar varias máquinas con un PLC

Rapidez para puesta en marcha

Reorientación si la máquina se elimina

Desventajas de los PLC

Condiciones ambientales apropiadas

Mayor costo para controlar tareas muy pequeñas o sencillas

Centraliza el proceso

Mano de obra especializada

Costo inicial



1.4- CONCEPTO DE PROGRAMACION DE PLC'S.

Se puede definir un programa como un conjunto de instrucciones, órdenes y símbolos reconocibles por el PLC, a través de su unidad de programación, que le permiten ejecutar una secuencia de control deseada. El Lenguaje de Programación en cambio, permite al usuario ingresar un programa de control en la memoria del PLC, usando una sintaxis establecida.

Los PLCs se han desarrollado y expandido, los lenguajes de programación también se han desarrollado con ellos. Los lenguajes de hoy en día tienen nuevas y más versátiles instrucciones y con mayor poder de computación. Por ejemplo, los PLCs pueden transferir bloques de datos de una localización de memoria a otra, mientras al mismo tiempo llevan cabo operaciones lógicas y matemáticas en otro bloque. Como resultado de estas nuevas y expandidas instrucciones, los programas de control pueden ahora manejar datos más fácilmente.

Adicionalmente a las nuevas instrucciones de programación, el desarrollo de nuevos módulos de entradas y salidas también ha obligado a cambiar las instrucciones existentes.

PROGRAMAS DE APLICACIÓN Y DEL SISTEMA.

Los programas de aplicación que crean los usuarios están orientados a ejecutar, a través del controlador, tareas de automatización y control. Para ello, el usuario escribe el programa en el lenguaje de programación que mejor se adapte a su trabajo y con el que sienta poseer un mejor dominio. En este punto es importante señalar, que algunos fabricantes no ofrecen todas las formas de representación de lenguajes de programación, por lo que el usuario deberá adaptarse a la representación disponible

Por otro lado, el conjunto de programas que realizan funciones operativas internas del controlador, incluyendo los traductores de lenguaje, reciben la denominación de programas del sistema o software del sistema. Un elemento importante de éste, es el sistema operativo, cuyos servicios incluyen el manejo de los dispositivos de entrada y salida del PLC, el almacenamiento de la información durante largos períodos, el procesamiento de los programas del usuario, etc. Estos programas ya vienen escritos y están almacenados en una memoria No volátil dentro de la CPU, por lo tanto no se pierden ni alteran en caso de pérdida de alimentación al equipo. El usuario No tiene acceso a ellos.



1.5 LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN PARA PLCS.

Para la programación de PLC existen diferentes formas de programar que las podemos resumir en lo siguiente:

- Lenguajes básicos:
- Diagrama Escalera o Leader
- Funciones lógicas o nemónico

Lenguajes de Alto Nivel

- Bloque Funcionales – Grafcet
- Sentencias en idioma inglés.

El lenguaje básico está limitado a un conjunto de instrucciones que realizaran funciones elementales de control

- Reemplazar a relés
- Temporización
- Conteo
- Secuenciación
- Funciones lógicas

Los lenguajes de alto nivel, tiene instrucciones más poderosas que van más allá del ON-OFF, realizando operaciones como:

- Control analógico
- Manejo de datos
- Informes

Generalmente el tamaño de un PLC determina el rango de aplicaciones y capacidades para emplear uno o más lenguajes.

Las instrucciones mas empleadas en los PLC las podríamos resumir en las siguientes:

- Lógica de relés
- Aritméticas



- Transferencia de datos
- Temporización y conteo
- Manipulación de datos
- Control de flujo de programa

En la actualidad cada fabricante diseña su propio software de programación, lo que significa que existe una gran variedad comparable con la cantidad de PLCs que hay en el mercado. No obstante, actualmente existen tres tipos de lenguajes de programación de PLCs como los más difundidos a nivel mundial; estos son:

- Lenguaje de contactos o Ladder
- Lenguaje Booleano (Lista de instrucciones)
- Diagrama de funciones

Es obvio, que la gran diversidad de lenguajes de programación da lugar a que cada fabricante tenga su propia representación, originando cierta incomodidad al usuario cuando programa más de un PLC.

El estándar IEC 1131-3 define dos lenguajes gráficos y dos lenguajes basados en texto, para la programación de PLCs. Los lenguajes gráficos utilizan símbolos para programar las instrucciones de control, mientras los lenguajes basados en texto, usan cadenas de caracteres para programar las instrucciones.

Lenguajes Gráficos.

- Diagrama Ladder (LD)
- Diagrama de Bloques de Funciones (FBD)

Lenguajes Textuales

- Lista de Instrucciones (IL)
- Texto Estructurado (ST)

Adicionalmente, el estándar IEC 1131-3 incluye una forma de programación orientada a objetos llamada Sequential Function Chart (SFC). SFC es a menudo categorizado como un lenguaje IEC 1131-3, pero éste es realmente una estructura organizacional que coordina los cuatro lenguajes estándares de programación (LD, FBD, IL y ST). La estructura del SFC tuvo sus raíces en el primer estándar francés de Grafcet (IEC 848).

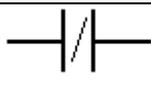
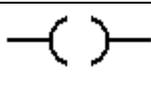
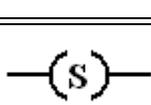
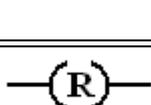


LENGUAJE LADDER.

El LADDER, también denominado lenguaje de contactos o de escalera, es un lenguaje de programación gráfico muy popular dentro de los Controladores Lógicos Programables (PLC), debido a que está basado en los esquemas eléctricos de control clásicos su principal ventaja es que los símbolos básicos están normalizados según normas NEMA y son empleados por todos los fabricantes.

- **Elementos de programación.**

Para programar un PLC con LADDER, además de estar familiarizado con las reglas de los circuitos de conmutación, es necesario conocer cada uno de los elementos de que consta este lenguaje. En la siguiente tabla podemos observar los símbolos de los elementos básicos junto con sus respectivas descripciones.

Símbolo	Nombre	Descripción
	Contacto NA	Se activa cuando hay un uno lógico en el elemento que representa, esto es, una entrada (para captar información del proceso a controlar), una variable interna o un bit de sistema.
	Contacto NC	Su función es similar al contacto NA anterior, pero en este caso se activa cuando hay un cero lógico, cosa que deberá de tenerse muy en cuenta a la hora de su utilización.
	Bobina NA	Se activa cuando la combinación que hay a su entrada (izquierda) da un uno lógico. Su activación equivale a decir que tiene un uno lógico. Suele representar elementos de salida,
	Bobina NC	Se activa cuando la combinación que hay a su entrada (izquierda) da un cero lógico. Su activación equivale a decir que tiene un cero lógico. Su comportamiento es complementario al de la bobina NA.
	Bobina SET	Una vez activa (puesta a 1) no se puede desactivar (puesta a 0) si no es por su correspondiente bobina en RESET. Sirve para memorizar bits y usada junto con la bina RESET dan una enorme potencia en la programación.
	Bobina SET	Permite desactivar una bobina SET previamente activada.

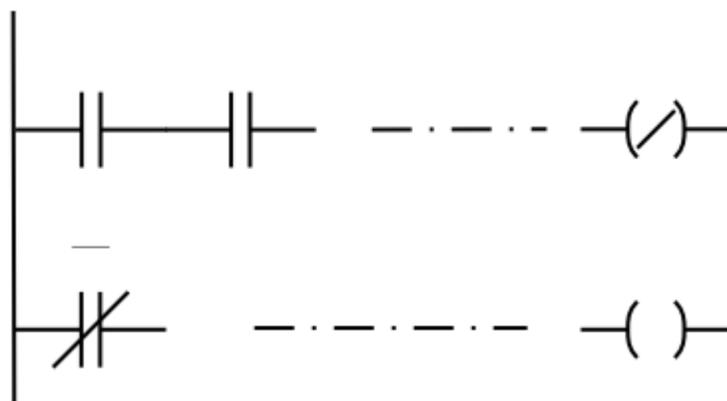
Img.12 Símbolos básicos LADDER



Programación.

Una vez conocidos los elementos que LADDER proporciona para su programación, resulta importante resaltar cómo se estructura un programa y cuál es el orden de ejecución.

El siguiente esquema representa la estructura general de la distribución de todo programa LADDER, contactos a la izquierda y bobinas y otros elementos a la derecha.



Img.13 LADDER

En cuanto a su equivalencia eléctrica, podemos imaginar que las líneas verticales representan las líneas de alimentación de un circuito de control eléctrico. El orden de ejecución es generalmente de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha, primero los contactos y luego las bobinas, de manera que al llegar a éstas ya se conoce el valor de los contactos y se activan si procede. El orden de ejecución puede variar de un controlador a otro, pero siempre se respetará el orden de introducción del programa, de manera que se ejecuta primero lo que primero se introduce.

- **Variables internas y bits de sistema.**

Las variables internas son bits auxiliares que pueden ser usados según convenga, sin necesidad de que representen ningún elemento del autómat. Se suele indicar mediante los caracteres B ó M y tienen tanto bobinas como contactos asociados a las mismas. Su número de identificación suele oscilar, en general, entre 0 y 255. Su utilidad fundamental es la de almacenar información intermedia para simplificar esquemas y programación. Los bits de sistema son contactos que el propio autómat activa cuando conviene o cuando se dan unas circunstancias determinadas. Existe una gran variedad, siendo los más importantes los de arranque y los de reloj, que permiten que empiece la ejecución desde un sitio en concreto y formar una base de tiempos respectivamente. Su nomenclatura es muy diversa, dependiendo siempre del tipo de autómat y fabricante.



LENGUAJE BOOLEANO (Lista de Instrucciones).

El lenguaje Booleano utiliza la sintaxis del Álgebra de Boole para ingresar y explicar la lógica de control. Consiste en elaborar una lista de instrucciones o nemónicos, haciendo uso de operadores Booleanos (AND, OR, NOT, etc.) y otras instrucciones nemónicas, para implementar el circuito de control. El lenguaje “Lista de Instrucciones” (IL) de la Norma IEC 1131-3, es una forma de lenguaje Booleano.

Ejemplo de programación Booleana:

A I 2.3

A I 4.1

O I 3.2

= Q 1.6

- DIAGRAMA DE FUNCIONES (FBD).

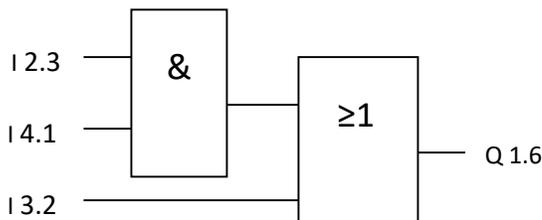
Es un lenguaje gráfico que permite al usuario programar elementos (bloque de funciones del PLC) en tal forma que ellos aparecen interconectados al igual que un circuito eléctrico. Generalmente utilizan símbolos lógicos para representar al bloque de función. Las salidas lógicas no requieren incorporar una bobina de salida, porque la salida es representada por una variable asignada a la salida del bloque.

El diagrama de funciones lógicas, resulta especialmente cómodo de utilizar, a técnicos habituados a trabajar con circuitos de puertas lógicas, ya que la simbología usada en ambos es equivalente.

Adicionalmente a las funciones lógicas estándares y específicas del vendedor, el lenguaje FBD de la Norma IEC 1131-3 permite al usuario construir sus propios bloques de funciones, de acuerdo a los requerimientos del programa de control.



Ejemplo de programación mediante diagrama de Bloques:



Img. 14 Bloques de Funciones

LENGUAJE DE TEXTO ESTRUCTURADO (ST).

Texto estructurado (ST) es un lenguaje de alto nivel que permite la programación estructurada, lo que significa que muchas tareas complejas pueden ser divididas en unidades más pequeñas. ST se parece mucho a los lenguajes de computadoras BASIC o PASCAL, que usa subrutinas para llevar a cabo diferentes partes de las funciones de control y paso de parámetros y valores entre las diferentes secciones del programa.

Al igual que LD, FBD e IL, el lenguaje de texto estructurado utiliza la definición de variables para identificar entradas y salidas de dispositivos de campo y cualquier otra variable creada internamente.

Incluye estructuras de cálculo repetitivo y condicional, tales como: FOR ... TO; REPEAT.... UNTIL X; WHILE X... ; IF ... THEN ...ELSE. Además soporta operaciones Booleanas (AND, OR, etc.) y una variedad de datos específicos, tales como fecha, hora.

La programación en Texto Estructurado es apropiada para aplicaciones que involucran manipulación de datos, ordenamiento computacional y aplicaciones matemáticas que utilizan valores de punto flotante. ST es el mejor lenguaje para la implementación de aplicaciones de inteligencia artificial, lógica difusa, toma de decisiones, etc.

- SEQUENTIAL FUNCTION CHART (SFC).

Es un “lenguaje” gráfico que provee una representación diagramática de secuencias de control en un programa. Básicamente, SFC es similar a un diagrama de flujo, en el que se puede organizar los subprogramas o subrutinas (programadas en LD, FBD, IL y/o ST) que forman el programa de control. SFC es particularmente útil para



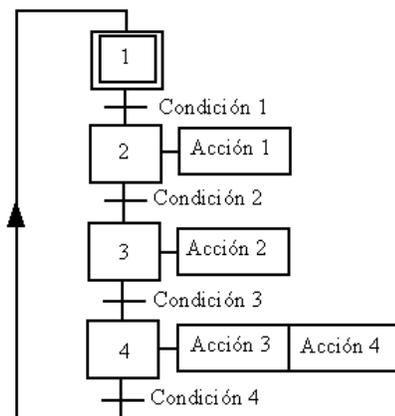
operaciones de control secuencial, donde un programa fluye de un punto a otro una vez que una condición ha sido satisfecha (cierta o falsa).

El marco de programación de SFC contiene tres principales elementos que organizan el programa de control:

- Pasos (etapas)
- Transiciones (condiciones)
- Acciones

El programa irá activando cada una de las etapas y desactivando la anterior conforme se vayan cumpliendo cada una de las condiciones. Las acciones se realizarán en función de la etapa activa a la que están asociadas. Por ejemplo, la etapa 1 activa tras arrancar el programa, al cumplirse la "Condición 1", se activará la etapa 2, se desactivará la 1, y se realizará la "Acción 1".

Ejemplo:



Img. 15 Grafcet

Como se mencionó anteriormente, el lenguaje SFC tiene su origen en el estándar francés GRAFCET (Grafica de Control de Etapas de Transición). El Grafcet también utiliza etapas, transiciones y acciones, que operan de la misma manera como en SFC.



Requerimientos de Usuario.

2.1.-Objetivo de RUS.

Establecer los requerimientos técnicos, de operación y de calidad para la actualización de los sistemas de control utilizados en los procesos de esterilización de tanques del área de inyectables

2.2.- Alcance.

Diseño, construcción y programación del sistema de control utilizado en los procesos de esterilización de los tanques en el área de inyectables.

2.3.-Beneficios esperados.

Con este cambio se obtienen registros, así como la actualización del sistema de control, el cual tiene más de 10 años de uso, asegurando la continuidad del proceso y el cumplimiento normativo.

2.4.- Documentación de Referencia.

Mapeo del proceso actual y el proceso propuesto

Mapeo del proceso actual y el proceso propuesto



Control de sistemas de esterilización		
	Proceso Actual	Proceso Propuesto
inicio	<p>Colocar manualmente la carta Colocar manualmente sello y datos del proceso Programar manualmente timers Dar arranque manualmente la carta Dar arranque manualmente al proceso</p>	<p>Colocar manualmente datos del proceso Programar manualmente timers Dar arranque manualmente de proceso Se coloca automáticamente el numero de ciclo</p>
aereación	<p>Se da aviso a la persona que iniciará el ciclo para que proceda a arrancar el controlador. Se abre la válvula de vapor Se abre la válvula de bypass de condensados Transcurre el tiempo seleccionado de aereación.</p>	<p>El operador arranca el ciclo desde el área aséptica. Se abre la válvula de vapor Se abre la válvula de bypass de condensados Transcurre el tiempo seleccionado de aereación</p>
esterilización	<p>Se cierra la válvula de bypass de condensados La presión sube hasta el setpoint de presión Si la temperatura de proceso = setpoint de temperatura: Transcurre el tiempo seleccionado de esterilización</p>	<p>Se cierra la válvula de bypass de condensados La presión sube hasta el setpoint de presión Si la temperatura de proceso = setpoint de temperatura: Transcurre el tiempo seleccionado de esterilización</p>
secado	<p>Se abre la válvula de bypass de condensados Se cierra la válvula de entrada de vapor Al tener una presión + o < que la programada en el setpoint de presión, Se abre la válvula de entrada de aire. Transcurre el tiempo seleccionado de secado</p>	<p>Se abre la válvula de bypass de condensados Se cierra la válvula de entrada de vapor Al tener una presión + o < que la programada en el setpoint de presión, Se abre la válvula de entrada de aire. Transcurre el tiempo seleccionado de secado La presión de proceso no debe ser menor a la presión de seguridad baja</p>
presurizado	<p>Se cierra la válvula de salida de condensados Se llega a la presión establecida en el setpoint 3</p>	<p>Se cierra la válvula de salida de condensados Se llega a la presión establecida en el setpoint 3</p>
Fin de ciclo	<p>El sistema cierra la válvula de entrada de aire Se detiene manualmente la grafica Se retira manualmente la gráfica Se apaga manualmente el sistema</p>	<p>El sistema cierra la válvula de entrada de aire Se retira manualmente la gráfica de la impresora, esta ubicada en el área no aséptica Se apaga manualmente el sistema</p>

Img. 16 mapeo del proceso



2.5.-Descripción Actual del Proceso.

El sistema actual consta de un graficador de temperatura y presión, el cual controla el ciclo de esterilización mediante un juego de relevadores y timers.



Img. 17 graficador parlow

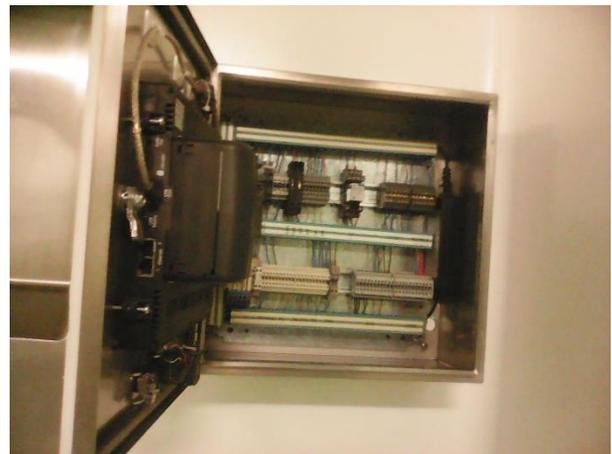


Img. 18 control del graficador

El sistema actualizado consta de un HMI touch, un PLC de la marca UNITRONICS, con su módulo de 15 entradas digitales, 20 salidas digitales, 3 entradas analógicas, 2 salidas analógicas y 2 entradas configurables para sensores pt 100, o termopar, J,K,T..etc.



Img. 19 PLC UniStream

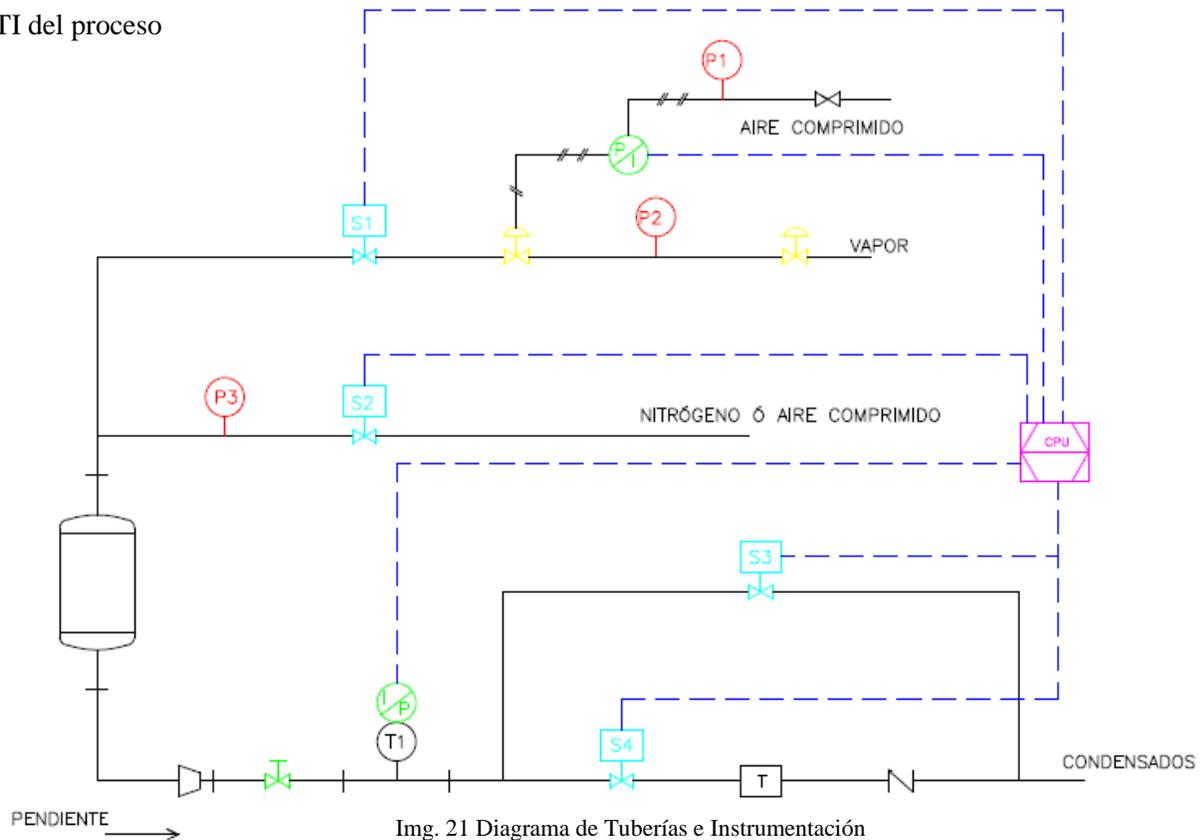


Img. 20 control del UniStream



2.6.-Diagrama de Proceso.

DTI del proceso



El sistema consta de un tanque de esterilización al cual se conectan a la entrada una manguera para ingreso de fluidos (vapor y aire comprimido) y en la salida de condensados, un sensor de temperatura y otro de presión.



Img. 22 Reactor



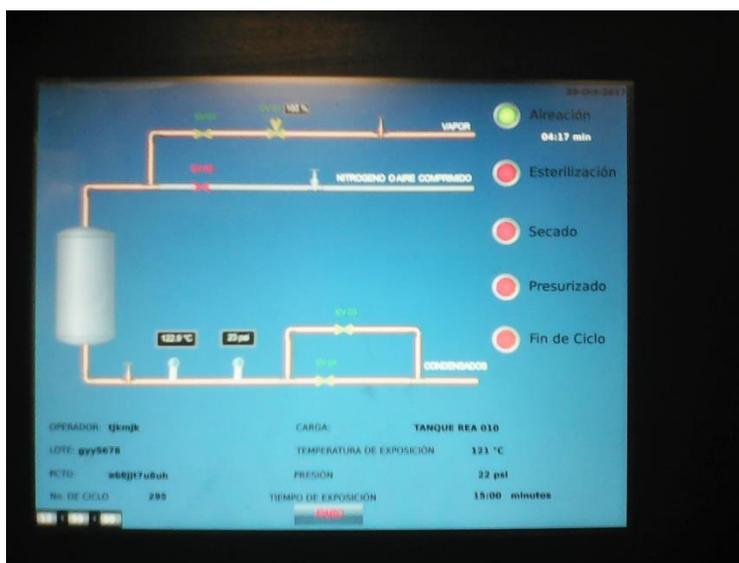
Img. 23 Reactor en campana de flujo laminar



2.7.-Descripción general de la propuesta.

El sistema debe seguir la siguiente secuencia de operación:

Se captura el lote, producto, tanque, Se selecciona: el tiempo de venteo, esterilización, secado y se da arranque al proceso. Una vez que inicia la secuencia, se asigna automáticamente un número de ciclo de esterilización, fecha y hora; se habilita la válvula de ingreso de vapor y salida de condensado durante el tiempo que se indicó en la etapa de venteo, después de transcurrido el tiempo, se cierra la válvula de salida de condensado y se tiene un tiempo de espera para que el sistema alcance la temperatura y presión requeridas; el sistema controlará la variable presión y monitoreará la variable de temperatura pero no continuará a la siguiente etapa hasta que se estas variables se encuentren dentro de las condiciones programadas. Cuando se alcance la temperatura y presión programadas, se inicia el tiempo de esterilización y una vez concluido este, se cierra la válvula de vapor y se abre la válvula de salida de condensado hasta llegar a la presión de terminada en la validación, en ese momento se abre la válvula de aire durante el tiempo designado en la etapa de secado y cuando este tiempo se haya concluido se cerrará la válvula de salida del reactor hasta alcanzar la presión programada para la etapa final de presurización, al llegar a la presión indicada, se cierra la válvula de aire comprimido dando por terminado el proceso.

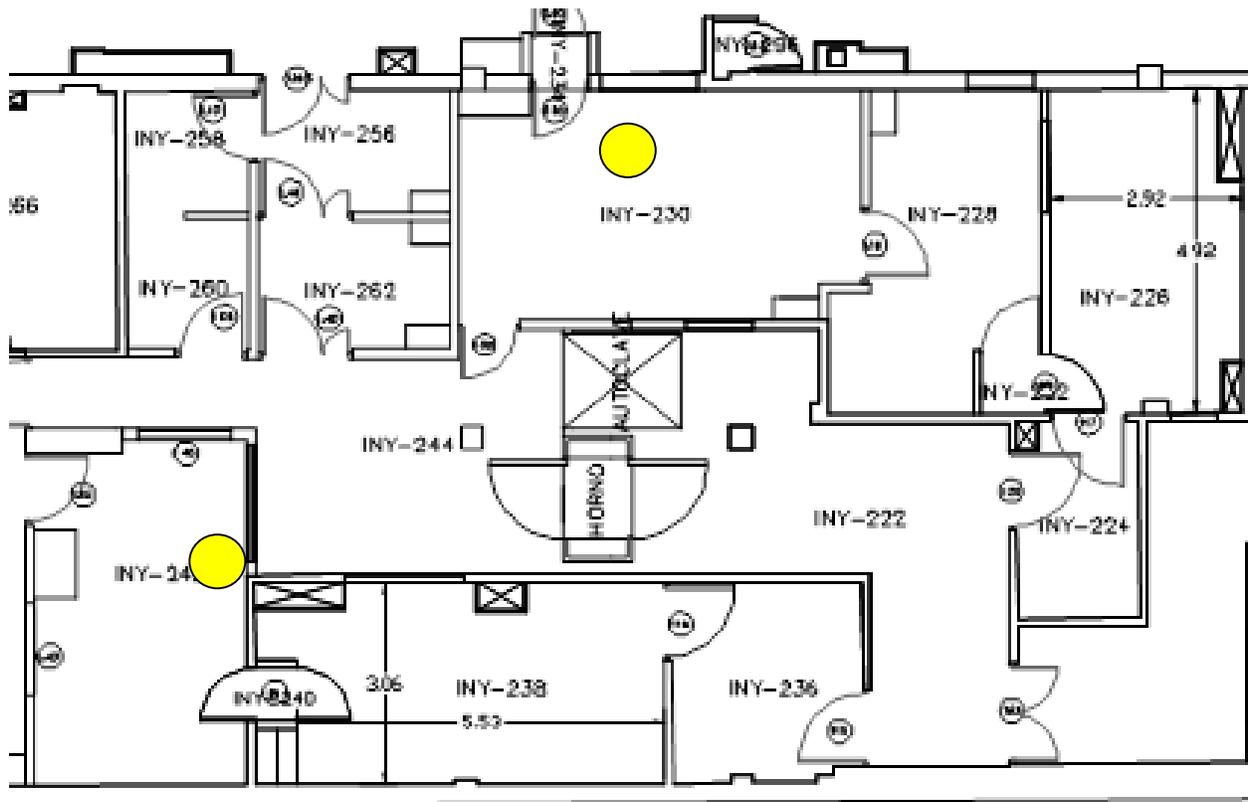


Img. 24 HMI diseñada para operación del sistema.



Ubicación.

La ubicación del sistema se proyecta en el área de fabricación no aséptica, la tubería y aditamentos necesarios para el funcionamiento del sistema deberán ser colocados en el área no aséptica hasta donde sea posible conforme a la infraestructura que se tiene.



Img. 25 ubicación del sistema en planta



2.8.-Resumen de requerimientos.

FECHA	FUENTE	REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE	TIPO DE REQUERIMIENTO	REFERENCIA
30 ENE 18	Solicitado	Actualizar el sistema de control actual, por un sistema que cumpla con la filosofía de secuencia y control descritas en el presente documento	Necesario	RU-31-001
30 ENE 18	Solicitado	Monitoreo, control y registro impreso de variables críticas	Necesario	RU-31-002
30 ENE 18	Solicitado	Deberá respetar tiempos programados según las condiciones de validación del proceso de esterilización y secuencia de proceso descrito en la filosofía de control de este documento	Necesario	RU-31-003
12 FEB 18	Propuesto	Reubicar los aditamentos de control y potencia para mejora del proceso.	Deseable	RU-31-004

VARIABLES Y PARÁMETROS CRÍTICOS.

Id. de Referencia	Prioridad	Descripción
RU-33-001	Necesario	Monitoreo de temperatura de proceso
RU-33-002	Necesario	Monitoreo de presión de proceso
RU-33-003	Necesario	Monitoreo de tiempo de proceso



Seguridad y Control de Acceso.

Id. de Referencia	Prioridad	Descripción
RU-34-001	Necesario	Administrador de sistema (Acceso a todas las funciones)
RU-34-002	Necesario	Servicio (Acceso a todas las funciones excepto ajustes de instrumentación y configuración)
RU-34-003	Deseable	El password deberá ser de 6 a 8 caracteres
RU-34-004	Deseable	El nivel de usuario será sin el uso de password

Registros Electrónicos y Auditoria de Rastreo.

Id. de Referencia	Prioridad	Descripción
RU-35-001	Necesario	Registro de monitoreo de temperatura de proceso en forma gráfica
RU-35-002	Necesario	Registro de Monitoreo de presión de proceso en forma gráfica
RU-35-003	Deseable	Registro de lote
RU-35-004	Deseable	Registro de producto
RU-35-005	Deseable	Registro de clave de tanque
RU-35-006	Necesario	Registro del tiempo programado y real de proceso
RU-35-007	Deseable	Generación y registro automático de fecha y hora de la actividad.
RU-35-008	Deseable	Generación y Registro automático consecutivo de ciclo de esterilización

**Datos y Reportes.**

Id. de Referencia	Prioridad	Descripción
RU-37-001	Necesario	Los datos deben ser impresos directamente desde el controlador

Interfases.

Id. de Referencia	Prioridad	Descripción
N/P		

Ambiente Operativo.

Id. de Referencia	Prioridad	Descripción
RU-39-001	Deseable	Tensiones y frecuencias eléctricas que se manejan en México (127 o 220 VAC a 60Hz, con una tolerancia de $\pm 10\%$)
RU-39-002	Deseable	Tensión de control 24 VDC

Requerimientos especiales.

Id. de Referencia	Prioridad	Descripción
RU-41-001	Necesaria	A prueba de derrames líquidos (hardware externo)
RU-41-002	Necesaria	A prueba de alcohol isopropílico (hardware externo)
RU-41-003	Deseable	Se solicita sea evaluada la posibilidad de que se tenga una pantalla de visualización de proceso dentro del área aséptica

**Sistema de seguridad.**

Id. de Referencia	Prioridad	Descripción
RU-62-001	Deseable	Se debe bloquear el sistema y cerrar las válvulas de entrada de fluidos si se alcanza una presión por arriba del límite de presión de seguridad programada.
RU-62-002	Deseable	Se debe bloquear el sistema y cerrar las válvulas de entrada de fluidos si se alcanza una temperatura por arriba del límite de temperatura de seguridad programada
RU-62-003	Deseable	Se debe bloquear el sistema y cerrar las válvulas de entrada de fluidos si se acciona el paro de emergencia en el área del tanque o área de control.
RU-62-004	Necesario	Se coloca un paro de emergencia en el área aséptica, el cual bloqueará las válvulas de ingreso de fluidos al tanque en cualquier momento del proceso y abortará este.



ELEMENTOS QUE INTEGRAN EL SISTEMA.



Img. 26 PLC en Funcionamiento

3.1.- PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE UN REACTOR

Tecnología y validación de esterilización a vapor en el lugar

Introducción

El vapor se usa diariamente en la industria parenteral como resultado del deseo de una mayor garantía de esterilidad para los materiales producidos asépticamente. Junto con este aumento en el uso, ha habido un interés concomitante en la validación de los procedimientos.

La mayoría de los trabajos sobre esterilización con vapor se han centrado en productos, materiales y equipos ubicados dentro de una autoclave. La autoclave proporciona los medios para controlar los parámetros del proceso de esterilización. La correlación de la documentación de la autoclave con la letalidad del proceso entregada a los materiales dentro de la cámara se logra a través del esfuerzo de validación. Existen grandes piezas de equipos de proceso utilizados en la producción de parenterales cuyo tamaño y configuración no permitirán que se coloquen dentro de una autoclave para la esterilización. Para asegurar un mayor grado de garantía de esterilidad para estos artículos, deben esterilizarse en lugar de desinfectarse. La esterilización con vapor en el lugar permite que todo el sistema de procesamiento sea esterilizado como una sola entidad, eliminando o reduciendo la necesidad de



conexiones asépticas. Los tanques de fabricación, las cámaras de liofilización, los equipos de procesamiento, las líneas de llenado y otros sistemas grandes normalmente se esterilizan de esta manera.

El tema de la esterilización con vapor ha estado tan arraigado en la mente de los especialistas en validación que ciertos aspectos clave a menudo se pasan por alto. SIP, que emplea el mismo mecanismo de calor húmedo que la esterilización con vapor en autoclaves, obliga a prestar atención a los detalles en el diseño del sistema que supera el de los esterilizadores de vapor. La razón para este énfasis incrementado es directa. Cuando una empresa aplica SIP a sus sistemas y equipos, se convierte en el diseñador del esterilizador en sí, un rol generalmente adoptado por el fabricante de la autoclave. Los fabricantes de autoclaves han tenido muchos años de experiencia en el diseño de sus equipos y las diferencias de diseño en los esterilizadores son relativamente menores. La mayoría de las características importantes de los esterilizadores que aseguran su efectividad se requieren en el diseño de los sistemas SIP. Lo que puede no ser evidente para los profesionales de SIP es la aplicación de conceptos de diseño de esterilizadores a las circunstancias más flexibles que surgen en los sistemas SIP.



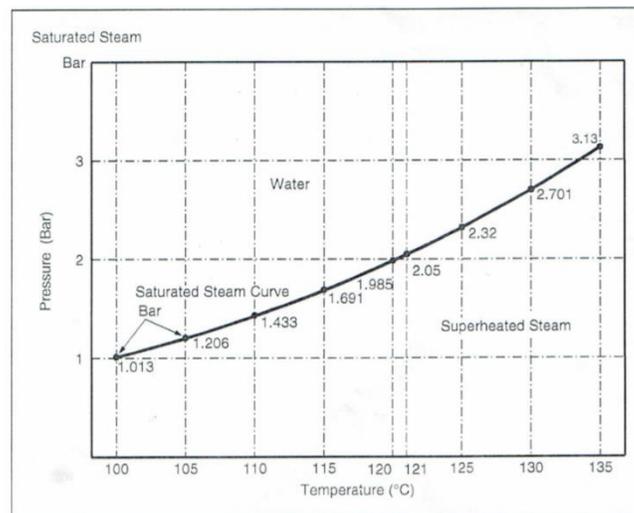
Img. 27 preparación de reactor

El vapor saturado es mucho más efectivo como medio de esterilización que el vapor sobrecalentado donde no hay agua líquida. Para elevar la temperatura de un objeto con vapor saturado, el vapor debe sufrir un cambio de fase al estado líquido en el que se libera el calor de condensación. Por necesidad, esto produce una gran cantidad de condensado especialmente al comienzo del proceso de esterilización cuando el proceso comienza con el equipo a temperatura ambiente. El vapor recalentado es vapor que se ha calentado por encima de su temperatura de



saturación. La presencia de esta energía térmica adicional convierte cualquier condensado líquido en el vapor a la fase de vapor. La ausencia de una fase líquida en el vapor sobrecalentado reduce notablemente su letalidad para los microorganismos.

En efecto, el vapor sobrecalentado se comporta de manera similar al calor seco como un vehículo de esterilización. El calor seco es significativamente menos eficaz a las temperaturas convencionales (115-125°C) a las que se emplea la esterilización con calor húmedo. Por lo tanto, se debe tener precaución para asegurar que el vapor utilizado en un proceso SIP esté saturado y no sobrecalentado.



Img. 28 vapor saturado

Considere las dificultades para efectuar la esterilización con vapor de un sistema o equipo in situ. Para ser efectivo a las temperaturas convencionales para la esterilización a vapor de aproximadamente 121 ° C, el proceso debe usar vapor saturado. La necesidad de calentar grandes masas de acero inoxidable desde la temperatura ambiente hasta 121 ° C y la pérdida de calor radiante hacia la habitación circundante dará lugar a la creación de grandes cantidades de condensado, especialmente durante el inicio del proceso. Mientras el condensado estará inicialmente en equilibrio (existe a la misma temperatura-presión que el vapor), continuará transfiriendo calor a las superficies más frías circundantes, y continuará bajando la temperatura (y se volverá menos efectivo como agente esterilizador en estas temperaturas más bajas). El suministro de vapor saturado adicional al sistema en un intento de elevar la temperatura de este condensado solo dará como resultado la formación de condensado adicional. Claramente, la única solución para mantener los sistemas a la temperatura adecuada para una esterilización efectiva con calor húmedo es mediante la eliminación de condensados de todas las partes del sistema. Esto solo



se puede lograr colocando drenajes de condensado en cada punto bajo del sistema. Con esta discusión como antecedentes, el énfasis puesto en la eliminación de condensado en los procesos SIP que se encuentran más adelante en este capítulo se comprenderá mejor.

Principios SIP.

SIP difiere solo ligeramente de la esterilización con vapor en autoclaves. La principal diferencia es que para un SIP efectivo, el científico de la esterilización debe garantizar que los elementos necesarios para la efectividad del proceso inherente al diseño y la operación de la autoclave se proporcionen en el sistema SIP. Las siguientes medidas son de particular importancia en SIP y deben abordarse adecuadamente en el diseño para que el proceso de esterilización (y su validación final) tenga éxito:



Img. 29 reactor bajo flujo laminar

Desplazamiento completo y eliminación del aire atrapado.

purgas constantes de vapor en todos los puntos bajos para eliminar la acumulación de condensado.

estricto cumplimiento de los procedimientos de esterilización.

mantenimiento apropiado de la esterilidad después del proceso.

Cada uno de estos desempeña un papel importante en el diseño del sistema y es necesaria una discusión ampliada de cada uno para comprender su importancia. Para comprender mejor estas preocupaciones en relación con la implementación de un proceso SIP, es beneficioso obtener una revisión paralela de la tecnología relevante de la



autoclave de vapor. Varias características esenciales del diseño de la autoclave de vapor serán contrastadas con los aspectos paralelos de la tecnología SIP.

El esterilizador de vapor contemporáneo es mucho más que un gran recipiente a presión equipado con un suministro de vapor limpio. Es un sistema sofisticado diseñado para especificaciones rígidas destinadas a lograr un conjunto de condiciones restrictivas de forma reproducible. Los esterilizadores de vapor modernos incluyen una serie de características de diseño que los hacen mucho más confiables y efectivos en comparación con sus predecesores.

Eliminación de condensado.

Otro aspecto del diseño del autoclave de vapor que es importante en los sistemas SIP es la reducción y eliminación de condensado. En el diseño moderno del esterilizador de vapor, esto se logra a través de varios elementos de diseño: el uso de una camisa circundante, la presencia de una trampa de vapor termostática y la aplicación de aislamiento en las superficies externas del esterilizador. Estas características sirven para reducir los requisitos de vapor para la cámara y para facilitar la eliminación del condensado formado en la cámara.

El diseño de la autoclave de vapor incluye convencionalmente una camisa de vapor, que funciona a una temperatura y presión ligeramente inferiores a las de la cámara de esterilización. Los esterilizadores de vapor también están generalmente bien aislados para evitar la pérdida excesiva de calor. Uno de los propósitos de la camisa externa y el aislamiento es reducir la cantidad de vapor de la cámara necesaria y crear una reducción correspondiente en la cantidad de condensado formado (con el beneficio adicional de una ligera reducción en el tiempo total del ciclo). Los sistemas SIP no tienen camisa (para reducir su complejidad) o en los casos en que ya existe una chaqueta, la chaqueta generalmente se descarta en el proceso SIP debido a la preocupación por el sobrecalentamiento del vapor interno. También es menos probable que los sistemas SIP tengan aislamiento en todas las tuberías expuestas (como resultado de consideraciones de tamaño, peso, ubicación y tiempo de preparación). La ausencia de una chaqueta y el aislamiento en grandes partes del sistema significa que el sistema SIP típico producirá considerablemente más condensado que una autoclave de volumen interno similar.

Conformidad procesal

Una parte importante de las autoclaves de vapor contemporáneos es el sistema de control. El sistema de control regula la temperatura dentro de la cámara de esterilización y realiza la secuencia de pasos que lleva a la unidad a través de su ciclo de proceso.



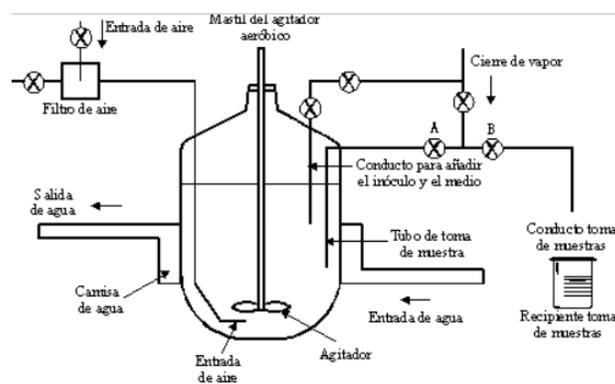
El sistema de control de la autoclave asegura que incluso el ciclo más complejo se puede llevar a cabo de manera confiable y consistente. El posicionamiento adecuado de las válvulas y la regulación de la temperatura están garantizados por la presencia de un sistema de control de procesos bien diseñado.

Cuando un sistema SIP se automatiza, la consideración de la conformidad del procedimiento debe tenerse en cuenta en el desarrollo del software. La secuencia correcta de operación debe establecerse en el software, y los cambios en el software pueden ser necesarios después de la finalización del esfuerzo de validación. Los fabricantes de grandes piezas de equipos de proceso tales como, fermentadores, etc

Un sistema de control hace que la ejecución exitosa de procesos SIP sea más o menos comparable a la operación de una autoclave. Sin embargo, todavía es seguro decir que la mayoría de los sistemas SIP no tienen automatización y dependen por completo del operador. Para estos sistemas manuales, un SOP integral es esencial para un procedimiento de esterilización exitoso, ya que un error en el tiempo o en la secuencia podría comprometer la esterilidad.

DISEÑO DEL SISTEMA SIP.

La aplicación de los conceptos de diseño del sistema SIP se puede lograr a través de una revisión de los elementos del equipo que componen ese sistema. Como la mayoría de los sistemas SIP son combinaciones de muchos componentes más pequeños, Los diseños del sistema SIP se basan principalmente en la experiencia de campo en lugar de diseños de ingeniería rigurosos. Se han hecho esfuerzos para proporcionar una base científica más rigurosa para la naturaleza empírica del diseño. Desafortunadamente, el abismo entre la teoría y la práctica todavía es bastante grande. Las recomendaciones que siguen se derivan de la experiencia con una gama de diseños de sistemas SIP, teniendo en cuenta las limitaciones subyacentes de transferencia de calor y masa que se encuentran en los materiales a los que se hace referencia.



Img.30 Sistema SIP



RECIPIENTES A PRESIÓN.

El término "recipiente a presión" incluye equipos tales como tanques fijos y portátiles, fermentadores, mezcladores, centrífugas, y otros equipos que pueden esterilizarse en el lugar. Para facilitar la discusión, el término "tanque" se utiliza en esta sección para representar estos tipos de equipos. La mayoría de los sistemas SIP consisten en tanques de presión y de vacío total, con tuberías asociadas. Un tanque típico tendrá numerosas boquillas que se utilizan para pozos de registro, visores, luces, discos de ruptura, válvulas de descarga, manómetros, pozos de temperatura, patas de inmersión, etc. Estos artículos son complementarios a cualquier tubería de proceso, filtro de ventilación y proceso y válvulas asociadas requeridas en el tanque. Las preocupaciones de diseño en esta área son numerosas.

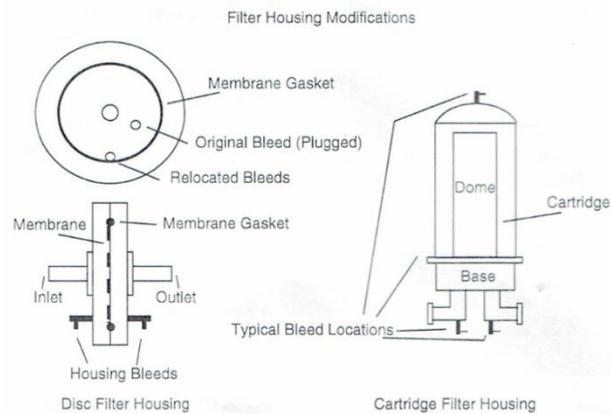


Img 31. reactores presurizados

Filtros.

Para mantener la integridad posterior a la esterilización de un sistema SIP, la presencia de un filtro suele ser obligatoria. Al considerar cómo se van a integrar los filtros en un diseño de sistema SIP, es esencial tener en cuenta los detalles de diseño proporcionados anteriormente para los otros componentes principales del sistema.

Las carcasas de los filtros pueden requerir modificaciones para proporcionar purgas aguas arriba y aguas abajo para facilitar la eliminación de aire y condensado. Las hemorragias que el fabricante del filtro coloca en la carcasa del filtro normalmente están destinadas únicamente para su uso durante la filtración del producto y pueden no reflejar las ubicaciones adecuadas para un proceso SIP.



Img. 32 filtros

ESTERILIZACIÓN DE SISTEMAS.

El SIP de sistemas más grandes sigue los mismos principios establecidos anteriormente, con las complicaciones adicionales asociadas con una disposición más compleja de tanques, líneas, filtros, válvulas, etc. Cualquier disposición de tubería que dé como resultado un punto bajo para la recolección de condensado debe tratarse como descrito anteriormente. En sistemas grandes, particularmente aquellos donde los buques están ubicados en el mismo piso de una instalación, existen numerosas oportunidades para que ocurra este tipo de arreglo. El sistema debe diseñarse de manera que el condensado pueda eliminarse fácilmente. Para lograr este objetivo, puede ser necesario esterilizar el sistema en múltiples patrones, en los que cada patrón esteriliza una parte del sistema más grande. Al usar este tipo de aproximación, algunas partes del sistema deben esterilizarse más de una vez para garantizar que todas las partes del sistema estén completamente cubiertas.

Un ejemplo de esto es el equipo portátil que debe esterilizarse en un lugar y conectarse asépticamente en otro. Considere un tanque de almacenamiento portátil con tres válvulas instaladas en serie para que las superficies interiores de las dos primeras se puedan esterilizar regulando la presión dentro del sistema mediante el ajuste de la última válvula (fig.10). Después de completar el proceso de SIP, la segunda válvula se cierra y la tubería después de que se retira. Mientras que el sistema permanece sellado antes de su uso, la segunda válvula cerrada se utiliza para mantener la esterilidad en las líneas aguas arriba. Cuando el sistema está listo para usar, la segunda válvula también se retira y se realiza una conexión aséptica a la primera válvula (ahora la única que queda en la línea) y esa válvula se utiliza para regular el flujo a través de la línea. En este caso, se requiere una conexión aséptica única para conectar la línea. Esta disposición se puede utilizar en un tanque portátil que se transporta a la máquina



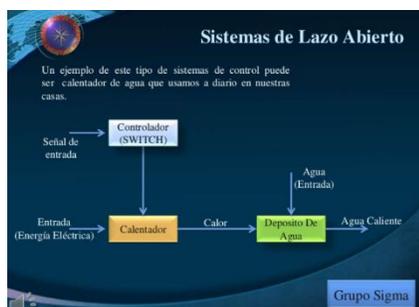
de llenado y se conecta asépticamente a ella. También es posible utilizar diseños de válvula especializados para volver a esterilizar la conexión después de realizar la conexión aséptica.

3.2.-DESCRIPCION DE LOS ELEMENTOS DE CONTROL.

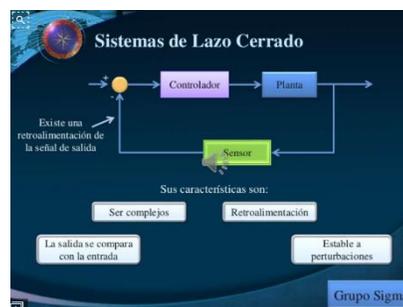
INTRODUCCIÓN:

Un **sistema de control** es un conjunto de dispositivos encargados de administrar, ordenar, dirigir o regular el comportamiento de otro sistema, con el fin de reducir las probabilidades de fallo y obtener los resultados teóricamente verdaderos.

Existen dos clases comunes de sistemas de control, sistemas de lazo abierto y sistemas de lazo cerrado. En los sistemas de control de lazo abierto la salida se genera dependiendo de la entrada; mientras que en los sistemas de lazo cerrado la salida depende de las consideraciones y correcciones realizadas por la retroalimentación. Un sistema de lazo cerrado es llamado también sistema de control con realimentación. Los sistemas de control más modernos en ingeniería automatizan procesos sobre la base de muchos parámetros y reciben el nombre de controladores de automatización



Img.33 sistema de control cerrado



Img.34 sistema de control abierto

CONTROL ELÉCTRICO.

Es un dispositivo o grupo de dispositivos que sirve para gobernar, de alguna manera predeterminada, la energía eléctrica suministrada a los aparatos a los cuales está conectado.

Para ser más claro un control eléctrico es un conjunto de elementos eléctricos o electrónicos que accionan contactos, todos interconectados eléctricamente a través de conductores, con el propósito de establecer una



función de control sobre un equipo o conjunto de equipos. La función de control consiste en permitir o cerrar el paso de energía eléctrica al equipo o parte de este.

Los elementos que conforman un sistema de control eléctrico se pueden clasificar de acuerdo a la función que desempeñan. Se definen las siguientes funciones dentro del sistema de control eléctrico:

- Maniobras
- Mando Manual
- Mando Auxiliar o Automático
- Señalización
- Protección

Para la ejecución de cada una de estas funciones existen elementos especializados. Dentro del sistema de control eléctrico tenemos: Elementos de maniobras, elementos de mando, elementos auxiliares de mando, elementos de señalización y elementos de protección.

Elementos de Maniobras:

En los circuitos de control eléctrico la función de maniobras consiste en energizar o desenergizar los equipos de potencia del sistema; tales como motores eléctricos, cargas de alumbrado, calentadores, etc.

Elementos de maniobras son todos aquellos aparatos que permiten el paso o la interrupción de la corriente de la red a una carga eléctrica.

Los elementos de maniobras pueden agruparse de la siguiente manera:

1. Elementos de maniobras manuales: Son aparatos que requieren la acción de un operador para ejecutar la operación de energización o desenergización de una carga o equipo eléctrico. Estos dispositivos pueden tener poder de corte o no. El poder de corte se refiere a la capacidad que posee el aparato para interrumpir una corriente o para conectar una carga. La capacidad de corte se expresa por lo general en amperios o Kilo-amperios.

Los principales elementos de maniobras manuales usados en controles eléctricos son los siguientes:

- Interruptores: los interruptores son aparatos con cierto poder de corte para abrir y/o cerrar circuitos bajo carga normal y circunstancialmente en condiciones de sobrecarga. Puede soportar cierto tiempo las condiciones anormales de corriente durante un cortocircuito, pero no las interrumpe. Se construyen diferentes modelos de interruptores; basculantes (apagadores), rotativos, de cuchillas, etc.



Sus principales características técnicas son las siguientes: Tensión nominal, Número de polos, Corriente nominal, Capacidad de interrupción y Sistema constructivo.

- Pulsadores: Son aparatos de maniobra con cierto poder de corte. Se diferencian de los interruptores porque cierran o abren circuitos mientras actúa sobre ellos una fuerza externa (del operador o usuario) en el mecanismo de accionamiento, el dispositivo retoma su posición de reposo una vez que cesa la fuerza aplicada. El más familiar de estos aparatos son los usados en las bocinas de automóviles y timbres residenciales. Las características eléctricas principales son similares a las reseñadas para los interruptores manuales. En los circuitos de control eléctrico son usados más a menudo como elementos de mando, que como elementos de maniobras.

1. Seccionadores: Según la norma IEC 60947-1, los seccionadores son aparatos de maniobras sin poder de corte capaces de abrir y/o cerrar circuitos cuando están sin carga o cuando es despreciable la corriente a interrumpir o establecer.

Las principales características técnicas de los seccionadores son las siguientes: Tensión, nominal, Número de polos, Corriente nominal, Sistema constructivo y Si alojan o no fusibles.

2. Elementos de Maniobras Automáticos: Son dispositivos diseñados para abrir y/o cerrar circuitos en función de las magnitudes que alcanzan ciertas variables físicas tales como: corriente, voltaje, frecuencia, temperatura, presión, espacio, tiempo, etcétera. Los más importantes son los interruptores automáticos o disyuntores; que son aparatos de conexión - desconexión de circuitos; capaces de establecer, soportar e interrumpir corrientes bajo condiciones normales del circuito, así como establecer, soportar durante un tiempo determinado e interrumpir corrientes de cortocircuito.

El disyuntor puede actuar por sobrecargas, cortocircuitos, sobre-voltaje o por bajos voltajes. Al producirse cualquiera de estas anomalías desconectan automáticamente la fuente de alimentación del circuito. Para volver a recuperar el circuito se procede a una acción de rearme manual. Uno de los interruptores automáticos más usado es el break, el cual protege los circuitos ramales y alimentadores de instalaciones eléctricas.

Sus principales características técnicas son las siguientes: Tensión nominal, Número de polos, Corriente, nominal, Capacidad de interrupción, Sistema constructivo y Variables físicas que lo accionan. Los contactares también pueden ser agrupados dentro de los aparatos automáticos de maniobras.

3. Aparatos de protección: Son dispositivos destinados a interrumpir la alimentación del circuito cuando se presenta una irregularidad en su funcionamiento, particularmente sobrecargas y cortocircuitos. Dentro de esta categoría se ubican dos elementos particulares:

- Fusibles: Son conductores calibrados para permitir el paso de una determinada magnitud de corriente, de manera tal que al producirse una sobre-corriente el conductor se fundirá y desconecta la fuente de alimentación



de la carga. En los circuitos de control eléctrico se usan comúnmente los fusibles como elementos de protección contra cortocircuitos y no contra sobrecargas. Los fusibles se construyen de una gran diversidad de formas: tapones, bayonetas, cartuchos, cuchillas, alambre, etcétera.

· **Aparatos de protección automáticos:** Son aparatos destinados a brindar protección contra sobrecargas y no contra cortocircuitos. Se usan en combinación con los contactores para despejar los problemas de sobrecarga en el circuito. Los más utilizados son los relés térmicos, termo-magnéticos y electromagnéticos, todos serán estudiados más adelante

Elementos de mando: Son todos aquellos dispositivos que abren y cierran circuitos de muy baja potencia (circuitos de mando) y que son accionados por un operador o usuario.

Tipos de elementos de mando: Los elementos de mando pueden ser agrupados de diversas formas:

1. Según su apariencia y forma exterior: En este grupo se ubican los siguientes elementos de mando:

Pulsadores: los pulsadores de mando se definen igual que los pulsadores usados para maniobras, la diferencia fundamental es que los pulsadores de mando manejan intensidades de corriente muy pequeñas en comparación con los pulsadores de maniobras. Pueden presentar diferentes formas:

- rasantes: que impiden maniobras involuntarias.
- salientes: de accionamiento más cómodo.
- de llave: para accionamiento de gran responsabilidad.
- de seta (hongo): para accionamiento de emergencia.
- luminoso: con señalización incorporada.

Selectores o interruptores giratorios: son dispositivos que permiten controlar o seleccionar una determinada parte del circuito o una determinada función del sistema. Por ejemplo los selectores de apagado, función manual o función automática de un sistema de bombeo. Los hay de diversas formas:

- Simple y de maneta: se refiere al asa de agarre.
- De llave: para accionamiento autorizado.

Manipuladores: son elementos de mando bastante especializados que se usan muy a menudo en los controles de las grúas puentes. Son parecidos a las palancas de control que usan los juegos de video; tales como el Nintendo. Se pueden conseguir en las siguientes presentaciones:

- Manipulador de dos posiciones.
- Manipulador de cuatro posiciones.



2. Según la Función que Realizan: Los elementos de mando tienen la función de abrir y/o cerrar circuitos, lo cual va a depender del número de contactos que tienen y el estado que presenta cada contacto (NA o NC). Estos pueden ser clasificados de la siguiente manera:

- Normalmente cerrado (NC): para abrir un circuito.
- Normalmente abierto (NA): para cerrar un circuito.
- De desconexión múltiple (dos o más NC): para abrir varios circuitos a la vez.
- De conexión múltiple (dos o más NA): para cerrar varios circuitos a la vez.

Elementos auxiliares de mando:

Son aparatos accionados (abren y/o cierran contactos) por variables físicas del sistema sujeto a control, tales como: posición, tiempo, temperatura, presión, etcétera. Junto con los elementos de mando se constituyen en el centro del sistema de control y son los que permiten la automatización del mismo. Existe una gran variedad de elementos que se pueden agrupar como auxiliares de mando:

- Interruptores de posición o finales de carrera.
- Relés de tiempo o temporizadores.
- Interruptores de presión o presostatos.
- Interruptores de temperatura o termostatos.
- Detectores de proximidad.
- Detectores fotoeléctricos.
- Programadores de levas.
- Interruptores de nivel.
- Otros detectores.

Elementos de señalización.

Son dispositivos destinados a llamar la atención del usuario o del operador sobre el estado normal o anormal de funcionamiento de un equipo, máquina, circuito o carga eléctrica en general. La señalización apropiada redundará en una mayor facilidad en el control de los equipos y en operaciones más seguras, así como también en indicaciones acertadas para localizar fallas del equipo.

En los controles eléctricos la señalización se realiza de dos formas básicas: señalización acústica y señalización visual. Veremos a continuación los elementos que conforman éstas dos clases de señalización.



1. **Elementos de señalización acústica:** Son dispositivos que emiten señales perceptibles por el oído del operador o usuario. Los más usados son: los timbre, zumbadores, sirenas, etc.
2. **Elementos de señalización óptica:** Son dispositivos que emiten señales perceptibles por la vista del operador o usuario. Los más usados son: los elementos visuales; los cuales emplean símbolos indicativos de las operaciones que se están realizando. (etiquetas, marcas, etc.). Y los elementos de señalización luminosos: que emplean lámparas o pilotos de diferentes colores.



Img. 35 Indicadores de estado

Elementos de protección:

Son dispositivos que tienen como finalidad proteger el equipo, la máquina, el circuito o la carga eléctrica en general, contra daños potenciales producidos por sobre-corrientes, originadas principalmente por sobrecargas.

Las principales causas de sobrecarga en un equipo eléctrico son las siguientes:

- Sobrecarga en la máquina accionada por el motor eléctrico.
- Bajo voltaje en la red de suministro de electricidad.
- Inercia elevada de la carga mecánica, lo que hace que los motores se sobrecarguen en el momento del arranque.
- Una excesiva conmutación de la máquina en un período de tiempo breve, lo que hace que se recalienten los motores.
- Pérdida de una fase de alimentación en los motores trifásicos.
- Calentamiento por temperaturas ambientales elevadas.

Los dispositivos de protección no actúan directamente en la maniobra de desconexión, éstos des energizan la bobina del contactor, que a su vez desconecta la máquina de la fuente de alimentación.



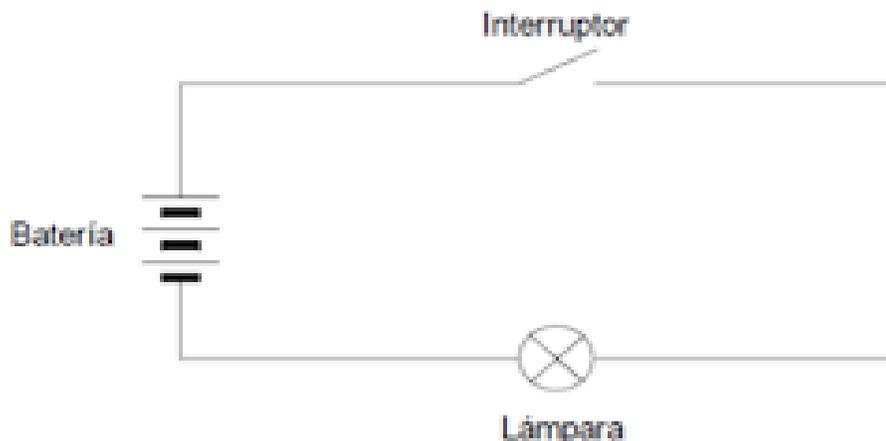
Los principales elementos de protección son los siguientes:

- Relés térmicos.
- Relés térmicos diferenciales.
- Relés termo magnético.
- Relés electromagnéticos.
- Relés electromagnéticos diferenciales.
- Relé de sobrecarga de estado sólido.

CIRCUITO ELÉCTRICO.

Lazo cerrado formado por un conjunto de elementos, dispositivos y equipos eléctricos, alimentados por la misma fuente de energía y con las mismas protecciones contra sobretensiones y sobre-corrientes. No se toman los cableados internos de equipos como circuitos. (RETIE)

Circuito simple:

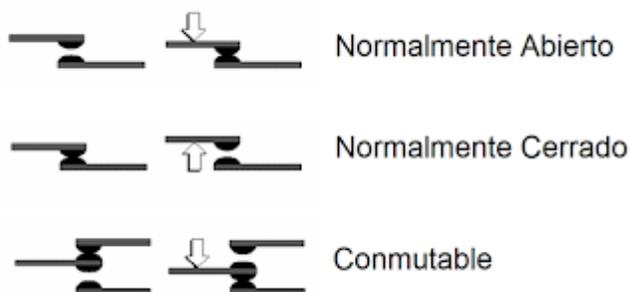


Img.36 circuito



CONTACTOS

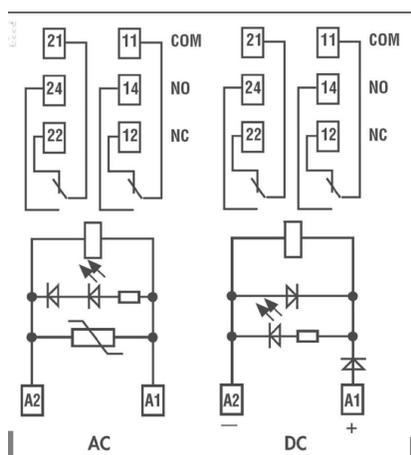
Son los elementos cuyo objetivo es cerrar o abrir los circuitos.



Img.37 contactos de platinos

- Normalmente Abierto (NA): Son contactos que no presentan continuidad eléctrica en sus extremos cuando la bobina del contactor esta des energizada. Por lo tanto, cuando se energiza la bobina el contactor cierra estos contactos.
- Normalmente Cerrado (NC): son contactos que presentan continuidad eléctrica en sus extremos cuando la bobina del contactor des energizada. Por lo tanto, cuando se energiza la bobina el contactor abre estos contactos
- Conmutador: Elemento de accionamiento compuesto por una entrada y dos salidas. Con este elemento, podemos encender una lámpara desde dos puntos distantes.

RELEVADOR; Un **relé** es un **interruptor automático controlado por la electricidad**. Los relees permiten abrir o cerrar circuitos eléctricos sin la intervención humana.



Img. 38 Relevador



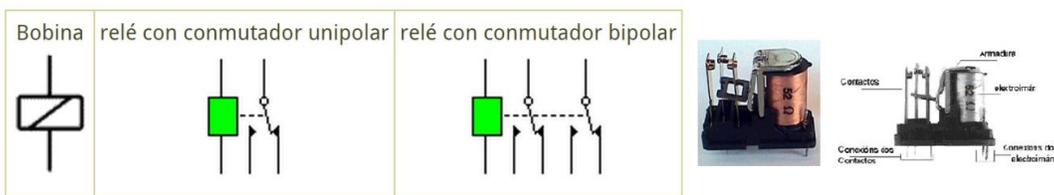
El relé es el elemento que da la orden de que funcione el motor de una puerta automática, las luces de un semáforo, el motor de un ascensor, y multitud de sistemas **automáticos**.

Su funcionamiento es el siguiente:

Cuando se hace pasar corriente eléctrica a través de la **bobina** o electroimán, este genera un campo magnético a su redor, y atrae la armadura que, con su movimiento, hace que los **contactos** cambien de posición.

De esta manera estamos actuando sobre un conmutador por medio de la corriente eléctrica, sin contacto físico1.

Relé



Img. 39 funcionamiento de un relevador.

El control de velocidad del agitador se hace por medio de un inversor de frecuencia de la marca SIEMENS modelo Micromáster 420.



Img. 40 Control de velocidad del agitador.



Los MICROMASTER 420s son una gama de variadores de frecuencia para controlar la velocidad de motores trifásicos de CA. Los diversos modelos disponibles van desde la entrada monofásica de 120 W hasta la entrada trifásica de 11 kW. Los inversores están controlados por microprocesador. Esto los hace confiables y versátiles. Un método de modulación de ancho de pulso especial con frecuencia de pulso seleccionable permite el funcionamiento silencioso del motor.



Img. 41 inversor Micromáster 420.

Las funciones de protección integrales proporcionan una excelente protección para el inversor y el motor. El MICROMASTER 420 con su configuración predeterminada de fábrica es ideal para una amplia gama de aplicaciones simples de control de motores. El MICROMASTER 420 también se puede utilizar para aplicaciones de control de motor más avanzadas a través de sus listas de parámetros integrales.

El MICROMASTER 420 se puede utilizar tanto en aplicaciones "independientes" como integradas en "Sistemas de automatización".

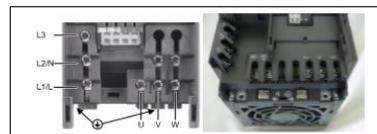


Fig. 2-5 MICROMASTER 420 connection terminals

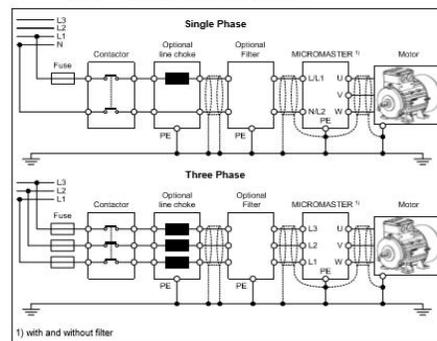


Fig. 2-6 Motor and Power Connections

Img. 42 conexión



CONVERTIDORES I/P DE CORRIENTE A PRESIÓN.

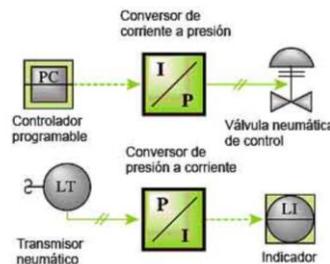
Las válvulas de control de funcionamiento neumático requieren de un convertidor o transductor para cambiar la señal eléctrica proporcional a una señal neumática proporcional. Generalmente, el convertidor viene como parte de la válvula. En algunos casos, el convertidor es una parte separada montada cerca de la válvula. El convertidor se monta generalmente en un lugar donde pueda ser reparado fácilmente y la válvula se monta generalmente en la cañería.



Img. 43 convertidor

Su propósito es convertir la salida analógica de un sistema de control en un valor preciso, repetible de presión para controlar actuadores neumáticos / operadores, válvulas neumáticas, amortiguadores, paletas, etc. el convertidor I/P proporciona un medio fiable, repetible y preciso de conversión de una señal eléctrica en una presión neumática en muchos sistemas de control. Los modelos de este dispositivo están generalmente disponibles en acción directa e inversa y son seleccionables en campo con entradas de rango completo o dividido o de salida según sea el caso.

La aplicación más común de un transductor I/P es para recibir una señal eléctrica desde un controlador y producir una señal neumática proporcional para producir el funcionamiento de una válvula de control o posicionador. El dispositivo puede montarse en la pared, sobre un soporte de tubo o directamente sobre el actuador de la válvula.



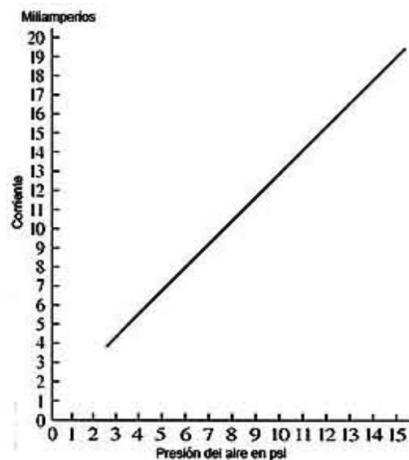
Img.44 convertidor I/P y P/I.



Un transductor “corriente a presión” (I/P) convierte una señal analógica (4 a 20 mA) a una salida neumática proporcional lineal (3 a 15 psi).

La señal eléctrica proporcional es generalmente una señal de corriente de 4 a 20 mA. y la señal de presión de aire se fija generalmente en 3-15 psi. Este tipo de convertidor de señal se llama un convertidor de I/P, ya que cambia una señal de corriente (I) a una señal de presión (P).

En la gráfica se muestra la relación de corriente a presión de aire. Este grafico permite seleccionar un valor de señal en miliamperios y determinar la cantidad de presión de aire que el convertidor de I/P debe producir. Por ejemplo, cuando la señal eléctrica está en su mínimo (4 mA) la señal de presión de aire también estará en su mínimo (3 psi). cuando la señal eléctrica está en su máximo (20 mA), la señal de presión de aire estará en su máximo (15 psi). El valor del punto medio de la señal eléctrica es de 12 mA que proporciona 9 psi.



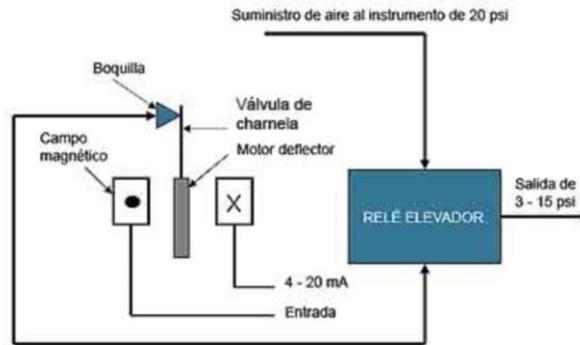
Img.45 grafica parametrización

La señal eléctrica para el convertidor de I/P se origina a partir de un amplificador. El amplificador recibe una señal de entrada de un controlador programable u otro tipo de controlador electrónico. La señal es generalmente analógica, pero podría ser una señal digital que se envía a través de un convertidor de digital a analógico (D/A) antes de ser enviada al amplificador. Muchos de los nuevos sistemas controlados por microprocesador también son capaces de proporcionar la señal analógica en miliamperios.



PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.

El convertidor I/P utiliza un principio de fuerzas en equilibrio electromagnético para cambiar las señales eléctricas en señales neumáticas. Típicamente, una entrada de 4-20 mA. se convierte en una salida de 3-15 psi. El principio de funcionamiento del transductor I/P se muestra a continuación.



Img.46 convertidor corriente a presión

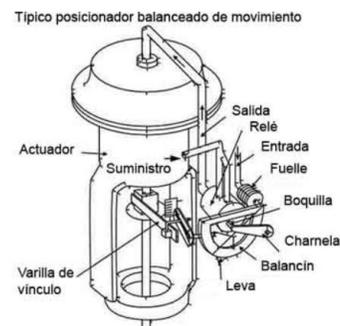
Como se muestra en el diagrama una bobina produce el campo magnético. Dentro de la bobina hay un motor deflector con una válvula de charnela (también puede interpretarse como un balancín) conectada que funciona en contra de una boquilla de precisión para crear una contra presión en el diafragma servo de un relé de refuerzo. La corriente de entrada circula en la bobina y produce una fuerza entre la bobina y el balancín, que controla la presión de servo y la presión de salida.

FUNCIONAMIENTO MECANICO DE LA VALVULA.

El siguiente componente del subsistema de control final. Si es aplicable, es el actuador. El actuador recibe la señal acondicionada y la cambia a alguna forma de energía mecánica o movimiento, los accesorios típicos utilizados como actuadores incluyen solenoides, posicionadores de válvulas neumáticas.



Img.47 válvula modulante



Img.48 esquema válvula modulante



Para controlar el orden del ingreso de vapor o de nitrógeno u oxígeno según el ciclo se aplican Válvulas solenoides de accionamiento directo

El programa EV215B es una válvula de solenoide de 2/2 vías de activación directa diseñadas para utilizarse en aplicaciones con vapor.

El diseño se basa en el concepto habitual de Danfoss para válvulas de alto rendimiento de activación directa, pero con una placa de válvula de PTFE para garantizar un funcionamiento de alta fiabilidad, incluso aunque se utilicen con vapor contaminado.



Img.49 electroválvula de condensados



Img.50 electroválvula de Oxígeno

Cuerpo de la válvula de acero inoxidable para garantizar una vida útil prolongada, incluso aunque se utilicen con vapores agresivos. Las bobinas tipo BB, BQ y BN pueden utilizarse con la válvula EV, dando un amplio y flexible rango de productos para temperaturas de 140°C, 160°C y 185°C

Especialmente diseñada para equipos de vapor

Accionamiento directo

G 1/4 pulgadas

Cuerpo de la válvula de acero inoxidable

Sólo versión NC



Aplicaciones.

- Industria alimentaria
- Industria farmacéutica
- Biotecnología
- Procesos estériles

Características.

- Gran variedad de conexiones asépticas
- Membrana aflorante
- Soldadura completa
- Acreditación 3-A y EHEDG
- Protección hasta IP 68

3.3 TRANSMISOR DE PRESIÓN.

El sistema cuenta con un transmisor de presión el cual es registrado en todo momento por el PLC.

El transmisor SA-11 es un diseño especial para las aplicaciones en la industria alimentaria, farmacéutica y biotecnológica. Este modelo es especialmente resistente contra las condiciones adversas típicas durante los procesos de limpieza CIP/SIP donde se somete el instrumento a detergentes, elevadas temperaturas y sustancias químicas.



Img.51 transmisor de presión



La membrana a florante esta soldado directamente con la conexión a proceso. Esto permite una unión sin fugas entre la conexión a proceso y la cámara de medición, sin necesidad de aplicar juntas suplementarias

Para una instrumentación efectiva sin puntos muertos se dispone de conexiones asépticas (Clamp, rosca.



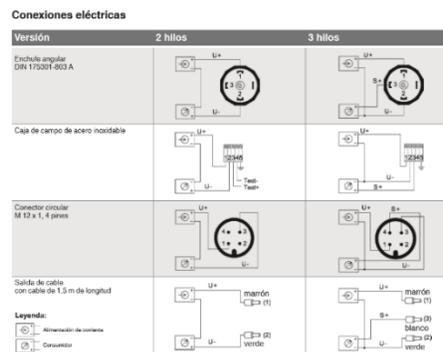
Img.52 válvula con conexión Clamp

Construcción.

Una membrana a florante en acero inoxidable 1.4435 separa el medio del proceso con el instrumento. La presión de proceso se transmite desde la membrana hacia el sensor mediante un líquido homologado por la FDA.

El rango de medida incluye presiones de 0...250 mbar hasta 0...25 bar.

El transmisor de presión SA-11 se alimenta con voltaje continuo de 10(14) ... 30 V. Como señal de salida se dispone de 4...20 mA, 0...20 mA y 0...10 V. Una caja de acero inoxidable con protección hasta IP 68 ofrece una protección segura para la limpieza exterior con chorro de agua y facilita la protección en entornos húmedos.



Img.53 conexión eléctrica del transmisor



El sistema también cuenta con manómetros para confirmar la presión registrada por el sensor de presión electrónico, esto lo vuelve un sistema redundante por seguridad.

Para la medición de la presión y del vacío se han desarrollado muchas técnicas y medidores.

Un manómetro es un instrumento que utiliza una columna de líquido para medir la presión, aunque actualmente el término manómetro a menudo se usa para designar cualquier instrumento de medida que sirva para medir la presión.



Img.54 Manómetro

El Modelo 2000SS (4 1/2" 115mm) es el manómetro seleccionado para el equipo.

Descripción del Producto.

El Manómetro DE WIT en caja de acero inoxidable, está especialmente diseñado para aplicaciones severas en la industria química, petroquímica, plataformas marinas y en general para ambientes corrosivos. Su construcción todo en acero inoxidable, bisel tipo bayoneta y su total hermeticidad por medio de empaques de buna "N" permiten que sea llenado de glicerina, silicón u otro fluido amortiguante que permite la aplicación en área de alta vibración y su total aislamiento del medio ambiente agresivo.

Su diseño facilita el desarmarlo y armarlo permitiendo su mantenimiento en campo así como el mecanismo permite su recalibración.

Exactitud: \varnothing 63 mm +/- 1.6% del total de la escala

\varnothing 100 mm +/- 1.0% del total de la escala

Elemento: Tubo bourdon de acero inoxidable 316

Conexión: \varnothing 63 mm Acero inox. 316 inferior 1/4" N.P.T.

\varnothing 100 mm Acero inox. 316 inferior 1/2" N.P.T.



Mecanismo: Acero inoxidable tipo rotatorio

Caja: Acero inoxidable 304

Bisel: Acero inoxidable 304 tipo bayoneta

Ventana: Cristal inastillable

Carátula: Aluminio fondo blanco, números rojos/negros

Aguja: Aluminio negro anodizado con micro ajuste

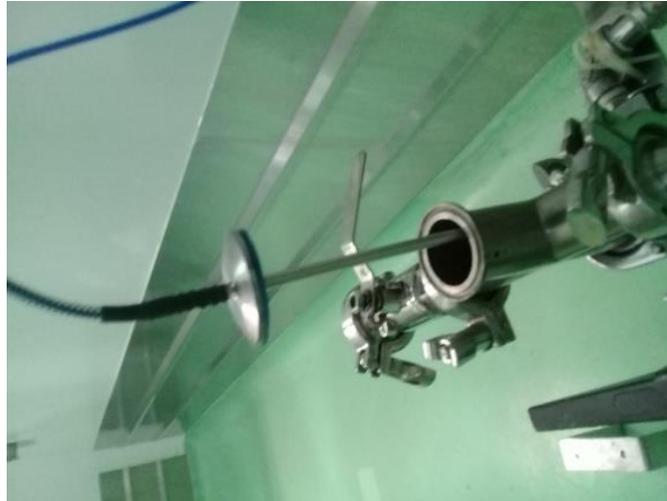
Tamaños: solo \varnothing 100 mm

\varnothing 63 mm \varnothing 100 mm

Rango: Doble kg/cm² + PSI máx. 700 kg/cm²

PARA CONTROLAR LA TEMPERATURA EL EQUIPO CUENTA CON UN TERMOPAR K.

Un termopar es un sensor para medir temperatura. Consiste en dos metales diferentes unidos por un extremo. Cuando la unión de los dos metales se calienta o enfría se produce un voltaje que se puede correlacionar con la temperatura. Las aleaciones de termopar están disponibles por lo normal en forma de alambre.



Img. 55 termopar sonda tipo k



¿Que es una sonda de termopar?

Una sonda de termopar consiste en alambre de termopar alojado dentro de un tubo metálico. La pared del tubo se conoce como la funda de la sonda. Entre los materiales de funda comunes están acero inoxidable e Inconel. es compatible con rangos de temperatura más altos que el acero inoxidable; sin embargo, con frecuencia se prefiere el acero inoxidable debido a su amplia compatibilidad química. Para temperaturas muy altas, hay otros materiales de funda exóticos disponibles.

La punta de la sonda del termopar está disponible en tres estilos diferentes. A tierra, sin conexión a tierra y expuesta. Con una punta a tierra el termopar está en contacto con la pared de la funda. Una unión a tierra proporciona un tiempo de respuesta rápido, pero es más susceptible a los bucles de tierra eléctricos. En las uniones sin conexión a tierra, el termopar está separado de la pared de la funda por una capa de aislamiento. La punta del termopar sobresale de la pared de la funda con una unión expuesta. Los termopares de unión expuesta son lo mejor para medición de aire.



Termopar a
tierra

Termopar sin
conexión

Termopar
expuesto

Img. 56 Estilos de punta de termopar

Un termopar está disponible en diferentes combinaciones de metales o calibraciones. Las cuatro calibraciones más comunes son J, K, T y E. Hay calibraciones de alta temperatura que son R, S, C y GB. Cada calibración tiene un diferente rango de temperatura y ambiente, aunque la temperatura máxima varía con el diámetro del alambre que se usa en el termopar.



Aunque la calibración del termopar dicta el rango de temperatura, el rango máximo también está limitado por el diámetro del alambre de termopar. Esto es, un termopar muy delgado posiblemente no alcance todo el rango de temperatura. Vea una tabla de referencia completa (en Inglés) para cada termopar. La tabla incluye códigos de color internacionales para las aleaciones de termopar, rango de temperatura y límites de error para casi toda clase de termopar.

Termopar Tipo	Aleación	Rango	IEC 584	ANSI 43710
K	Níquel-Cromo Níquel-Aluminio	-150 a 1100°C		
J	Hierro Cobre-Níquel	-40 a 700°C		
T	Cobre Cobre-Níquel	-200 a 350°C		
E	Níquel-Cromo Cobre-Níquel	-150 a 800°C		
N	Níquel-Cromo Níquel-Silicio	-150 a 1100°C		
S	Platino Platino-Rodio10%	0 a 1550°C		
R	Platino Platino-Rodio13%	0 a 1600°C		
B	Platino-Rodio6% Platino-Rodio30%	0 a 1700°C		

Img. 57 tipos de termopar



3.4 CARACTERÍSTICAS DEL PLC UNILOGIC.



Img. 58 PLC UNILOGIC.

Potente controlador lógico programable (PLC) con increíbles funciones HMI y un servidor web incorporado. Un hardware completamente modular y escalable, respaldado por el software de programación más eficiente que haya utilizado. Ejecute proyectos de alta gama, a tiempo y dentro del presupuesto.



Img. 59 HMI PLC



UDFBs y estructuras

Los paneles UniStream™ HMI proporcionan la base de un controlador PLC + HMI todo en uno. Para crear un dispositivo todo en uno, coloque una CPU para panel UniStream™ y uno o más módulos Uni-I / O™ o Uni-COM™ en la parte posterior del panel.



Img. 60 Módulos de I/O del PLC

Variedad de opciones de E / S, incluida la medición de alta velocidad y temperatura

PID autoajutable

Programas de receta y registro de datos a través de tablas de datos y muestreo

Tarjeta Micro SD - registro, copia de seguridad, clon y más

Tendencias

Archivos multimedia: video, audio y visor de PDF

PLC Y HMI

System	
Processor	32 bit, 800MHz RISC Processor, with Graphic Accelerator
Internal memory	RAM: 512 MB ROM: 3GB system memory 1GB user memory
External memory	microSD or microSDHC card Size: up to 32GB Data Speed: up to 200Mbps



Display	USP-070-B08	USP-070-B10	USP-104-B10	USP-156-B10
LCD type	TFT			
Backlight type	White LED			
Luminous intensity (brightness)	Typically 400 nits (cd/m ²), at 25°C			
Backlight longevity ⁽¹⁾	30k hours	50k hours		
Resolution (pixels)	800 x 480 (WVGA)	800 x 480 (WVGA)	800 x 600 (SVGA)	1366 x 768
Size	7"	7"	10.4"	15.6"
Viewing area Height x Width (mm)	154.08 x 85.92	152.4 x 91.44	211.2 x 158.4	344.23 x 193.53
Color support	65,536 (16bit)			16M (24bit)
Surface treatment	Anti-glare			
Touch screen	Resistive Analog			
Actuation force (min)	> 80 g (0.176 lb)			

Communication	
Ethernet port	
Number of ports	2
Port type	10/100 Base-T (RJ45)
Auto crossover	Yes
Auto negotiation	Yes
Isolation voltage	500VAC for 1 minute
Cable	Shielded CAT5e cable, up to 100 m (328 ft)
USB device⁽³⁾	
Number of ports	1
Port type	Mini-B
Data rate	USB 2.0 (480Mbps)
Isolation	None
Cable	USB 2.0 compliant; < 3 m (9.84 ft)
USB host	
Number of ports	2
Port type	Type A
Data rate	USB 2.0 (480Mbps)
Isolation	None
Cable	USB 2.0 compliant; < 3 m (9.84 ft)
Over current protection	Yes



3.5 MODULOS UniStream.

Este PLC es compatible con una gran variedad de módulos, estos módulos son asignados a un sinfín de utilidades para realizar las tareas encomendadas al PLC, por lo que se ha elegido el modulo UIS-WCB2 ya que este cuenta con entradas y salidas analógicas, así como entradas y salidas digitales. Suficientes para ejecutar la tarea asignada al programa.

	Inputs						Outputs				Operating Voltage
	Expansion Modules article	Digital (Isolated)	HSC/Shaft-encoder ⁴	Analog	Temperature Measurement	Weight Measurement	Transistor (Isolated) ⁵	PWM/HSO ⁵	Relay	Analog	
Digital/Analog Modules	UIS-WCB1 ^{1,3}	10 Sink/Source	2 10kHz z 32 bit	2 (Isolated) 0-10V, 0-20mA, 4-20mA 14-bit	2 (Isolated) Thermocouple, PT100/NI100/NI120	None	2 (Not Isolated) Sink (npn)	2 250kHz	8	2 0-10V 14-bit ±10V 13-bit+sign 0-20mA, 4-20mA 13-bit	24VDC
	UIS-WCB2 ^{1,3}	10 Sink/Source	2 10kHz z 32 bit	2 (Isolated) 0-10V, 0-20mA, 4-20mA 14-bit	2 (Isolated) Thermocouple, PT100/NI100/NI120	None	8 Source (pnp) 2 (Not Isolated) Sink (npn)	2 250kHz (Sink outputs only)	None	2 0-10V 14-bit ±10V 13-bit+sign 0-20mA, 4-20mA 13-bit	24VDC
Digital Modules (Isolated)	UID-1600	16 Sink/Source	None	None	None	None	None	None	None	None	24VDC
	UID-0808T	8 Sink/Source	None	None	None	None	8 Source (pnp)	None	None	None	24VDC
	UID-W1616T ³	16 Sink/Source	None	None	None	None	16 Source (pnp)	None	None	None	24VDC
	UID-0808THS ¹	8 Sink/Source	2 250kHz z 32-bit	None	None	None	8 Source (pnp)	2 ² 250kHz 2 3kHz	None	None	24VDC
	UID-0016T	None	None	None	None	None	16 Source (pnp)	None	None	None	24VDC
	UID-0808R	8 Sink/Source	None	None	None	None	None	None	8	None	24VDC
	UID-W1616R ³	16 Sink/Source	None	None	None	None	None	None	16	None	24VDC

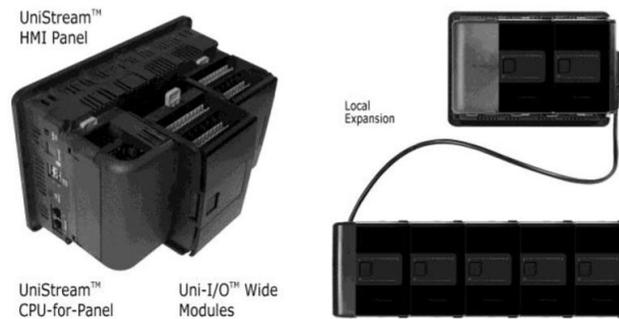
Img. 61 Módulos de I/O

Especificaciones técnicas de los módulos Uni-I / O TM de UniStream TM UIS-WCB2

Uni-I / O TM Wide es una familia de módulos de entrada / salida que son compatibles con la plataforma de control UniStream TM. Los Wide Modules tienen 1,5 veces más ancho que los módulos Uni-I / O TM y comprenden más puntos de E / S en menos espacio. instalación para el módulo Ui-WCB2 Uni-I / O TM.



La plataforma UniStream™ comprende controladores de CPU, paneles HMI y módulos de E / S locales que se unen para formar un Controlador Lógico Programable (PLC) todo en uno. Instale los módulos Uni-I / O™: ♣ En la parte posterior de cualquier panel HMI de UniStream™ que incluya una CPU para panel. ♣ En un riel DIN, usando un Kit de expansión local.



Img.62 modulo UIS-WCB2.

El módulo Uni-I / O™ Wide de Unitronics UIS-WCB2. comprende:

- 10 entradas digitales, 24VDC, fuente, Incluye 2 canales de entrada de contador de alta velocidad
- 2 entradas analógicas, $0 \div 10V / 0 \div 20mA$, 14 bits
- 2 entradas de temperatura, RTD / Termopar
- 8 x salidas de transistor, fuente
- 2 salidas de transistor, incluyendo 2 canales de salida PWM de alta velocidad
- 2 x salidas analógicas, $0 \div 10V / -10 \div 10V / 0 \div 20mA / 4 \div 20mA$

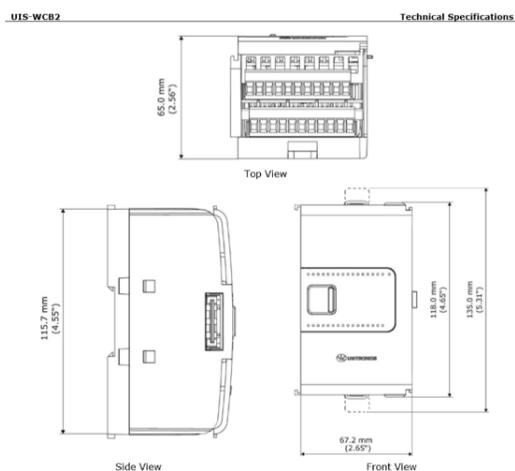
El UIS-WCB1 utiliza dos bloques de alta velocidad que pueden asignarse a las entradas o a las salidas.

2. Cuatro de las entradas digitales pueden configurarse para funcionar de forma normal o como entradas digitales de alta velocidad, que pueden recibir señales de pulsos de alta velocidad de hasta dos sensores o codificadores de ejes.



3. Las dos salidas de transistor pueden configurarse para funcionar como normales, o como salidas PWM de alta velocidad.
4. La opción de entrada 4-20mA se implementa con un rango de entrada de 0-20mA.
5. Las entradas analógicas UIS-WCB1 miden valores que son ligeramente más altos que el rango de entrada nominal, el rango es $0 \div 10V$, los valores Over-range pueden alcanzar hasta 10.15V, y cualquier voltaje de entrada más alto que eso se registrará como 10.15V mientras la etiqueta del sistema Overflow está activada.
6. La respuesta al paso y el tiempo de actualización son independientes de la cantidad de canales que se utilizan.
7. El UIS-WCB2 soporta inherentemente sensores de 3 hilos. Los sensores de 4 hilos se pueden conectar utilizando 3 de los cables del sensor; para lograr el rendimiento especificado, todos los cables del sensor deben ser del mismo tipo y longitud que con una conexión de sensor de 3 hilos. Los sensores de 2 hilos también pueden estar conectados; el rendimiento en este caso se degradará debido a la resistencia de los cables.
9. Las entradas de temperatura UIS-WCB1 miden valores que son ligeramente más altos o más bajos que el rango de entrada nominal (Entrada por encima / por debajo del rango, respectivamente).

Dimensions	
Weight	0.250 kg (0.551 lb)
Size	Identical for all models, as shown in the images below



Img. 63 Dimensiones del Módulo UIS-WCB2



4.1 PRORTOCOLO DE CALIFICACIÓN.

INTRODUCCIÓN.

La calificación es una parte esencial de las buenas prácticas de fabricación (BPF) esto es, un elemento del programa de aseguramiento de calidad asociado con un proceso o producto en particular.

Prácticamente todas las regulaciones incluyen a la validación como un aspecto obligatorio, en México el proyecto de norma oficial mexicana PROY-NOM-059-SSA1-2004 “Buenas prácticas de fabricación para establecimientos de la industria químico farmacéutica dedicados a la fabricación de medicamentos “da gran peso y relevancia a este tema, así como mayor amplitud en su contenido.

Calificación, Es la acción de evaluar y documentar que las cualidades o características de los sistemas, equipos e instalaciones funcionan correctamente y que se obtienen los resultados esperados, El concepto de calificación solo aplica para evaluaciones hechas a instalaciones (areas), equipos y sistemas.

A continuación, se presenta parte del protocolo de calificación;

PROTOCOLO DE CALIFICACIÓN DE INSTALACION, OPERACIÓN Y FUNCIONAMIENTO

SISTEMA DE ESTERILIZACIÓN DE REACTORES

PC-097 FC

DEPARTAMENTO:

VALIDACIÓN DE SISTEMAS COMPUTARIZADOS



PROTOCOLO DE CALIFICACIÓN DE INSTALACION, OPERACION Y FUNCIONAMIENTO SISTEMA DE ESTERILIZACIÓN DE REACTORES

2. HISTORICO DEL DOCUMENTO

Versión	Fecha de Aprobación	Motivo del Cambio
2.0		Debido a las mejoras a realizar en el sistema computarizado del sistema de esterilización de reactores se emite la versión 2.0 de este documento.

3. OBJETIVO

La calificación de instalación, operación y funcionamiento, tiene como objetivo verificar que el sistema computarizado del Sistema de Purificación de Agua cumple con las especificaciones de diseño y que el proceso de instalación del sistema se realizó de una forma planeada, controlada y se cuenta con la documentación que permite mantener el estado validado del sistema, con lo que se confirma que cada componente del sistema de cómputo opera como se esperaba, dentro de los rangos operativos definidos en las especificaciones funcionales, asegurando que el sistema en su totalidad es capaz de realizar o controlar actividades del proceso en total apego a los requerimientos de usuario del sistema, demostrando que estas actividades se darán de forma reproducible y confiable, manteniendo la integridad de los datos en un ambiente productivo.

4. ALCANCE

El alcance del presente documento cubre las calificaciones de Instalación, Operación y Funcionamiento del sistema computarizado del sistema de esterilización de reactores, el cual se utiliza para el control de variables durante el proceso de esterilización de los reactores.

5. METODOLOGIA

- Los casos de prueba se encuentran identificados de acuerdo al tipo de calificación que se aplica (Calificación de Instalación (CI), Calificación de Operación (CO), Calificación de Funcionamiento (CF)).
- Para cada prueba contenida en el protocolo está definido el objetivo, el criterio de aceptación, así como los pasos de las pruebas y el resultado esperado en cada uno de ellos.
- Cada paso incluye el campo de resultado obtenido en el cual se debe documentar lo que se obtuvo en ese paso.
- Cada paso incluye el campo "Cumple" que sirve para determinar si el paso cumplió o no, el cual debe ser llenado con "SI" o "NO".
- Toda la evidencia obtenida durante la ejecución de la prueba será parte del reporte de calificación y deberá estar anexa a cada paso.
- La evidencia deberá ser rotulada con la identificación del protocolo de calificación, el número de prueba, el paso a la que pertenece, y hoja nn/mm (donde nn es el número de hoja y mm el total de hojas para ese paso).
- Al concluir el caso de prueba la persona que ejecuto la prueba debe firmar y poner la fecha en el día en que se ejecutó la prueba, poner sus comentarios o cancelar el campo en caso de que no aplique.
- El verificador debe asentar en el campo "resultado de la prueba", si el caso de prueba se Aprueba o se Rechaza. Firmar el caso de prueba y fechar con el día de verificación, así como asentar sus comentarios.



**PROTOCOLO DE CALIFICACIÓN
DE INSTALACION, OPERACION Y FUNCIONAMIENTO**
SISTEMA DE ESTERILIZACIÓN DE REACTORES

6. RESPONSABILIDADES

- Validación de Sistemas Computarizados
 - Elaborar el protocolo de calificación y turnarlo a firma.
 - Coordinar las actividades de calificación.
 - Documentar las pruebas de calificación.
 - Interpretar y Dictaminar las pruebas de calificación de acuerdo a los criterios de aceptación.
 - Elaborar el reporte de calificación y turnarlo a firma.
- Dueño o Responsable del sistema
 - Proveer la información que se requiera durante el proceso de calificación.
 - Verificar que las pruebas se realizaron y fueron debidamente documentadas.
 - Revisar y aprobar los reportes de calificación.
- Área de Servicio
 - Participar en las actividades de calificación.
 - Proveer la información que se requiera durante el proceso de calificación.
- Aseguramiento de Calidad
 - Revisar y aprobar el protocolo de calificación.
 - Revisar y aprobar el reporte de calificación.
- Dirección de Calidad
 - Revisar y aprobar el protocolo de calificación.
 - Revisar y aprobar el reporte de calificación.

**PROTOCOLO DE CALIFICACIÓN
DE INSTALACION, OPERACION Y FUNCIONAMIENTO**
SISTEMA DE ESTERILIZACIÓN DE REACTORES

7. CALIFICACION DE INSTALACIÓN

Prueba CI-01 Nombre Verificación de ubicación e identificación del sistema
 Objetivo Verificar que el sistema de control se encuentre identificado así como en una ubicación definida
 Criterio de aceptación El sistema de control deberá encontrarse identificado y en una ubicación definida

Paso	Trazabilidad	Descripción	Resultado esperado	Resultado obtenido	Ejecutó Firma/Fecha	Cumple SI/NO
01	N/P	Verificar que el panel de control se encuentre identificado	El panel de control deberá de contar con una etiqueta de identificación.	El panel de control cuenta con la identificación correspondiente a la clave del equipo.		SI
02	N/P	Verificar que el panel de control se encuentre en una ubicación definida	El panel de control deberá encontrarse instalado en una ubicación definida.	Se encuentra instalado en la ubicación definida en el acuerdo de nivel de servicio.		SI

Verificó (firma y Fecha): _____ Resultado de la prueba Aprobada Rechazada No Conformidad: _____
 Comentarios



AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE ESTERILIZACIÓN DE REACTORES

**PROTOCOLO DE CALIFICACIÓN
DE INSTALACION, OPERACION Y FUNCIONAMIENTO
SISTEMA DE ESTERILIZACIÓN DE REACTORES**

Prueba CI-04 **Nombre** Procedimientos de uso productivo
Objetivo Verificar que se cuente con la documentación de uso productivo del sistema para garantizar el uso correcto del mismo.
Criterio de aceptación La documentación de uso productivo deberá encontrarse aprobada y vigente.

Paso	Trazabilidad	Descripción	Resultado esperado	Resultado obtenido	Ejecutó Firma/Fecha	Cumple SI/NO
01	RU-93-005	Verificar que se cuente con un procedimiento o instructivo donde se describa la operación del sistema	Se cuenta con un procedimiento de operación del sistema, el cual se encuentra vigente y disponible	Este PNO se encuentra a resguardo del área de producción.		SI
02	RU-93-005	Verificar que se cuente con un procedimiento o instructivo de control de cambios.	Se cuenta con un documento oficial de control de cambios el cual se encuentra vigente y disponible.	El control de cambios fue emitido por el área de calidad		SI
03	RU-93-005	Verificar que se cuente con un procedimiento o instructivo que al menos describa las siguientes actividades de administración del sistema. <ul style="list-style-type: none"> • Administración de respaldos • Recuperación en caso de falla • Mantenimiento y monitoreo • Cambios de programación, aplicación y/o parámetros de programa • Seguridad y administración de la seguridad 	Se cuenta con un documento oficial que describe las actividades de administración del sistema, el cual se encuentra vigente y disponible	El procedimiento se encuentra a resguardo por el área de automatización.		SI
04	RU-93-005	Verificar que se cuente con un procedimiento o instructivo de manejo de No conformidades	Se cuenta con un documento oficial sobre el manejo de No conformidades el cual se encuentra vigente y disponible	El procedimiento lo se encuentra en el sistema de gestión de BPF.		SI

**PROTOCOLO DE CALIFICACIÓN
DE INSTALACION, OPERACION Y FUNCIONAMIENTO
SISTEMA DE ESTERILIZACIÓN DE REACTORES**

Paso	Trazabilidad	Descripción	Resultado esperado	Resultado obtenido		Ejecutó Firma/Fecha	Cumple SI/NO												
				Señal 0-10 V	% de apertura														
15	RU-81-001 ED-131-001	Con ayuda de un multímetro verificar que la variable correspondiente a la válvula PCV-02 genere la señal eléctrica esperada <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>% apertura</th> <th>Señal 0- 10 V</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>2.5</td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>75</td> <td>7.5</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	% apertura	Señal 0- 10 V	0	0	25	2.5	50	5	75	7.5	100	10	El valor de la variable corresponde con el valor de la señal simulada, mostrándose el valor esperado en la pantalla del HMI	0	0		SI
			% apertura	Señal 0- 10 V															
			0	0															
			25	2.5															
			50	5															
			75	7.5															
100	10																		
2.5	25																		
5.0	50																		
7.5	75																		
10.0	100																		
Instrumento utilizado		Identificación:																	
		Número de Informe:																	
		Vigencia:																	
		Identificación:																	
		Número de Informe:																	
		Vigencia:																	



**PROTOCOLO DE CALIFICACIÓN
 DE INSTALACION, OPERACION Y FUNCIONAMIENTO**
SISTEMA DE ESTERILIZACIÓN DE REACTORES

Paso	Trazabilidad	Descripción	Resultado esperado	Resultado obtenido	Ejecutó Firma/Fecha	Cumple SI/NO
07	RU-81-008 EF-91-006	Dar clic en la opción forzar dentro de la pantalla I/O y verificar que en la pantalla se permita forzar los valores de los elementos del sistema	<p>La pantalla Forzar cuenta con las siguientes opciones:</p> <p>Botones para activar la salida correspondiente Una vez energizado, la salida permanece en el mismo estado mientras el Modo Forzar es Activo</p> <p>Botón Forzar Pulse el botón de "Forzar" para activar el forzamiento de I/O modo de encendido y apagado.</p> <p>Botón Salir Permite regresar a la pantalla anterior.</p>	CUMPLE		SI
08	RU-81-008 EF-91-006	Verificar que al ingresar a la pantalla de configuración esta permita realizar cambios de acuerdo a lo establecido por los RU's .	<p>La pantalla de configuración permite</p> <p>Operador Permite establecer el tamaño del lote, Hora y fecha, Iniciar</p> <p>Parámetros Permite actualizar los temporizadores</p> <p>Regeneración Permite establecer el tiempo para cada etapa</p> <p>Opciones Permite seleccionar las diferentes opciones de la unidad</p> <p>Cerrar sesión Permite cerrar la sesión actual</p> <p>Salir Permite volver al menú principal</p>	CUMPLE		SI



4.2 SÍNTESIS DE LOS DIAGRAMAS ELÉCTRICOS

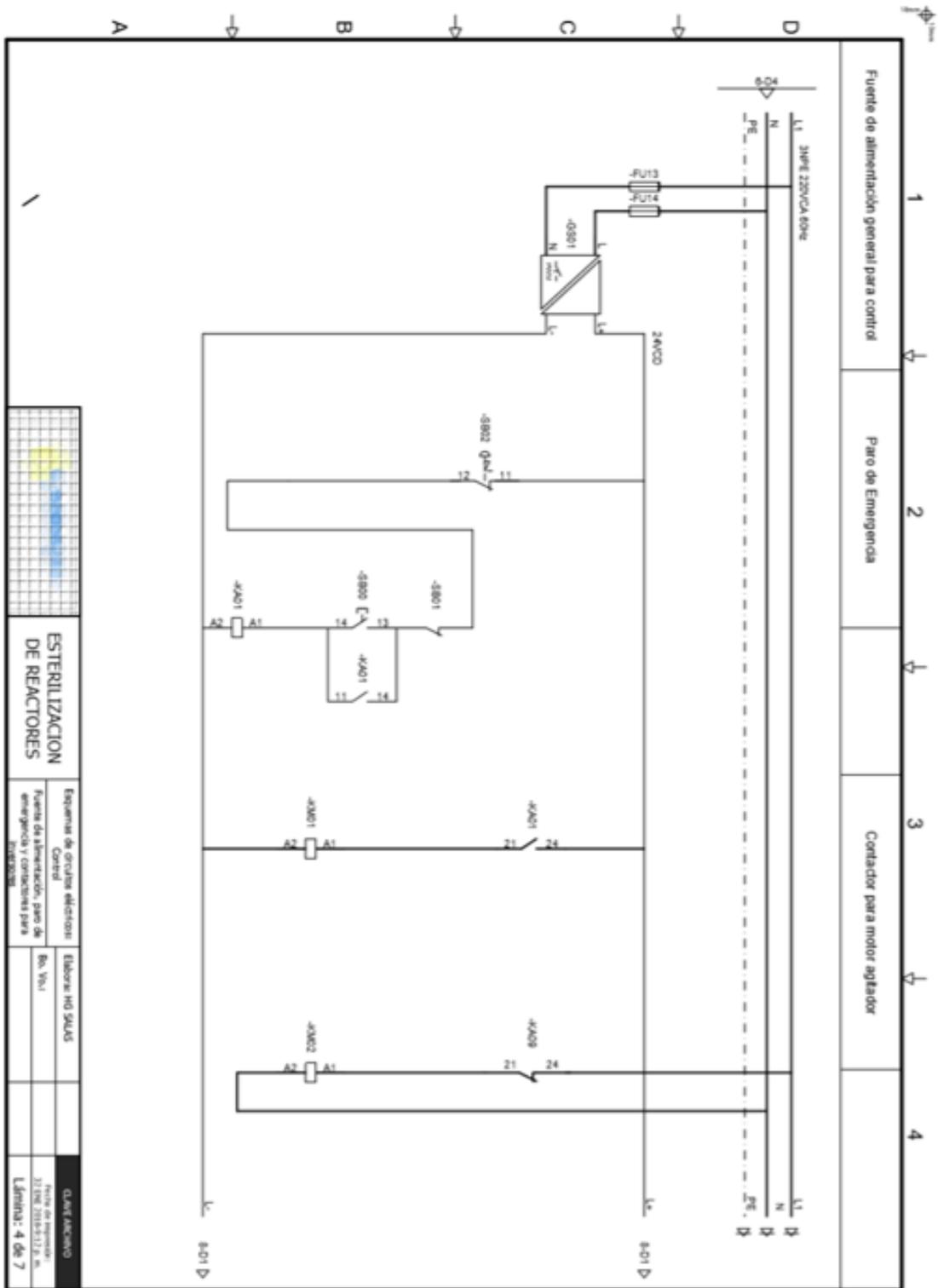
	1	2	3	4																																																								
D	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">3NPE 220V 50Hz</td> <td>Comente trifásica con conductor neutro y conductor de protección</td> </tr> <tr> <td>L1 a L3</td> <td>Línea de 127 VCA</td> </tr> <tr> <td>L+</td> <td>Comente directa, conductor positivo</td> </tr> <tr> <td>L-</td> <td>Comente directa, conductor negativo</td> </tr> <tr> <td>-FUSE</td> <td>Conductor proveniente del fusible 8</td> </tr> <tr> <td>7-D4</td> <td>El conductor proviene de la pagina 7, sección D4</td> </tr> <tr> <td>7-D1</td> <td>El conductor continúa en la pagina 7, sección D1</td> </tr> <tr> <td>— —</td> <td>Conductor sin continuación</td> </tr> <tr> <td>—/—</td> <td>Referencia de conductores</td> </tr> <tr> <td>3NPE 220V 50Hz</td> <td>Comente trifásica con conductor neutro y conductor de protección a 220VCA carga máxima de 25A</td> </tr> <tr> <td>— —</td> <td>Comente continua de 24V, carga máxima de 2A</td> </tr> <tr> <td>— —</td> <td>Acción sobre (-SB2 tiene acción sobre -KA01)</td> </tr> <tr> <td>7-D4</td> <td>Los conductores provienen de la pagina 7, sección D4</td> </tr> <tr> <td>7-D1</td> <td>Los conductores continúan en la pagina 7, sección D1</td> </tr> <tr> <td>— —</td> <td>Sección fuera del armario de control</td> </tr> <tr> <td>-SA4</td> <td> <p>Tabla de funciones para selector de tres posiciones</p> <p>En la posición 1 se ejecuta la función 1 al cerrarse el contacto 14-13</p> <p>En la posición 2 se ejecuta la función 2 al cerrarse el contacto 24-23</p> <p>En la posición 0 no se ejecuta ninguna función y ambos contactos permanecen abiertos.</p> </td> </tr> <tr> <td>-RA4</td> <td> <p>Tabla para localización de contactos de relevador</p> <p>El contacto 11-14 se encuentra en la pagina 7, sección C-2</p> <p>El contacto 21-24 se encuentra en la pagina 11, sección B-1</p> </td> </tr> </table>	3NPE 220V 50Hz	Comente trifásica con conductor neutro y conductor de protección	L1 a L3	Línea de 127 VCA	L+	Comente directa, conductor positivo	L-	Comente directa, conductor negativo	-FUSE	Conductor proveniente del fusible 8	7-D4	El conductor proviene de la pagina 7, sección D4	7-D1	El conductor continúa en la pagina 7, sección D1	— —	Conductor sin continuación	—/—	Referencia de conductores	3NPE 220V 50Hz	Comente trifásica con conductor neutro y conductor de protección a 220VCA carga máxima de 25A	— —	Comente continua de 24V, carga máxima de 2A	— —	Acción sobre (-SB2 tiene acción sobre -KA01)	7-D4	Los conductores provienen de la pagina 7, sección D4	7-D1	Los conductores continúan en la pagina 7, sección D1	— —	Sección fuera del armario de control	-SA4	<p>Tabla de funciones para selector de tres posiciones</p> <p>En la posición 1 se ejecuta la función 1 al cerrarse el contacto 14-13</p> <p>En la posición 2 se ejecuta la función 2 al cerrarse el contacto 24-23</p> <p>En la posición 0 no se ejecuta ninguna función y ambos contactos permanecen abiertos.</p>	-RA4	<p>Tabla para localización de contactos de relevador</p> <p>El contacto 11-14 se encuentra en la pagina 7, sección C-2</p> <p>El contacto 21-24 se encuentra en la pagina 11, sección B-1</p>	<div style="text-align: center;"> <p>Identificación de bornes de conexión en componentes</p> </div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Colores de conductores</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>BL</td><td>Negro (Black)</td></tr> <tr><td>WT</td><td>Blanco (White)</td></tr> <tr><td>RD</td><td>Rojo (Red)</td></tr> <tr><td>GN</td><td>Verde (Green)</td></tr> <tr><td>BN</td><td>Café (Brown)</td></tr> <tr><td>BU</td><td>Azul (Blue)</td></tr> <tr><td>OR</td><td>Naranja (Orange)</td></tr> <tr><td>YE</td><td>Amarillo (Yellow)</td></tr> <tr><td>PR</td><td>Morado (Purple)</td></tr> <tr><td>OY</td><td>Gris (Gray)</td></tr> <tr><td>PK</td><td>Rosa (Pink)</td></tr> </tbody> </table>	Colores de conductores		BL	Negro (Black)	WT	Blanco (White)	RD	Rojo (Red)	GN	Verde (Green)	BN	Café (Brown)	BU	Azul (Blue)	OR	Naranja (Orange)	YE	Amarillo (Yellow)	PR	Morado (Purple)	OY	Gris (Gray)	PK	Rosa (Pink)
3NPE 220V 50Hz	Comente trifásica con conductor neutro y conductor de protección																																																											
L1 a L3	Línea de 127 VCA																																																											
L+	Comente directa, conductor positivo																																																											
L-	Comente directa, conductor negativo																																																											
-FUSE	Conductor proveniente del fusible 8																																																											
7-D4	El conductor proviene de la pagina 7, sección D4																																																											
7-D1	El conductor continúa en la pagina 7, sección D1																																																											
— —	Conductor sin continuación																																																											
—/—	Referencia de conductores																																																											
3NPE 220V 50Hz	Comente trifásica con conductor neutro y conductor de protección a 220VCA carga máxima de 25A																																																											
— —	Comente continua de 24V, carga máxima de 2A																																																											
— —	Acción sobre (-SB2 tiene acción sobre -KA01)																																																											
7-D4	Los conductores provienen de la pagina 7, sección D4																																																											
7-D1	Los conductores continúan en la pagina 7, sección D1																																																											
— —	Sección fuera del armario de control																																																											
-SA4	<p>Tabla de funciones para selector de tres posiciones</p> <p>En la posición 1 se ejecuta la función 1 al cerrarse el contacto 14-13</p> <p>En la posición 2 se ejecuta la función 2 al cerrarse el contacto 24-23</p> <p>En la posición 0 no se ejecuta ninguna función y ambos contactos permanecen abiertos.</p>																																																											
-RA4	<p>Tabla para localización de contactos de relevador</p> <p>El contacto 11-14 se encuentra en la pagina 7, sección C-2</p> <p>El contacto 21-24 se encuentra en la pagina 11, sección B-1</p>																																																											
Colores de conductores																																																												
BL	Negro (Black)																																																											
WT	Blanco (White)																																																											
RD	Rojo (Red)																																																											
GN	Verde (Green)																																																											
BN	Café (Brown)																																																											
BU	Azul (Blue)																																																											
OR	Naranja (Orange)																																																											
YE	Amarillo (Yellow)																																																											
PR	Morado (Purple)																																																											
OY	Gris (Gray)																																																											
PK	Rosa (Pink)																																																											
C																																																												
B																																																												
A																																																												
	<p>ESTERILIZACIÓN DE REACTORES</p>	<p>Esquemas de circuitos eléctricos</p> <p>Simbología, referencias para esquema eléctrico</p>	<p>Elabora: HIG SALAS</p> <p>Bs. Vol.:</p>	<p>CLAVE ARCHIVO</p> <p>Fecha de impresión: 01 ENI 2019-01 12 p. in.</p> <p>Lámina: 1 de 7</p>																																																								

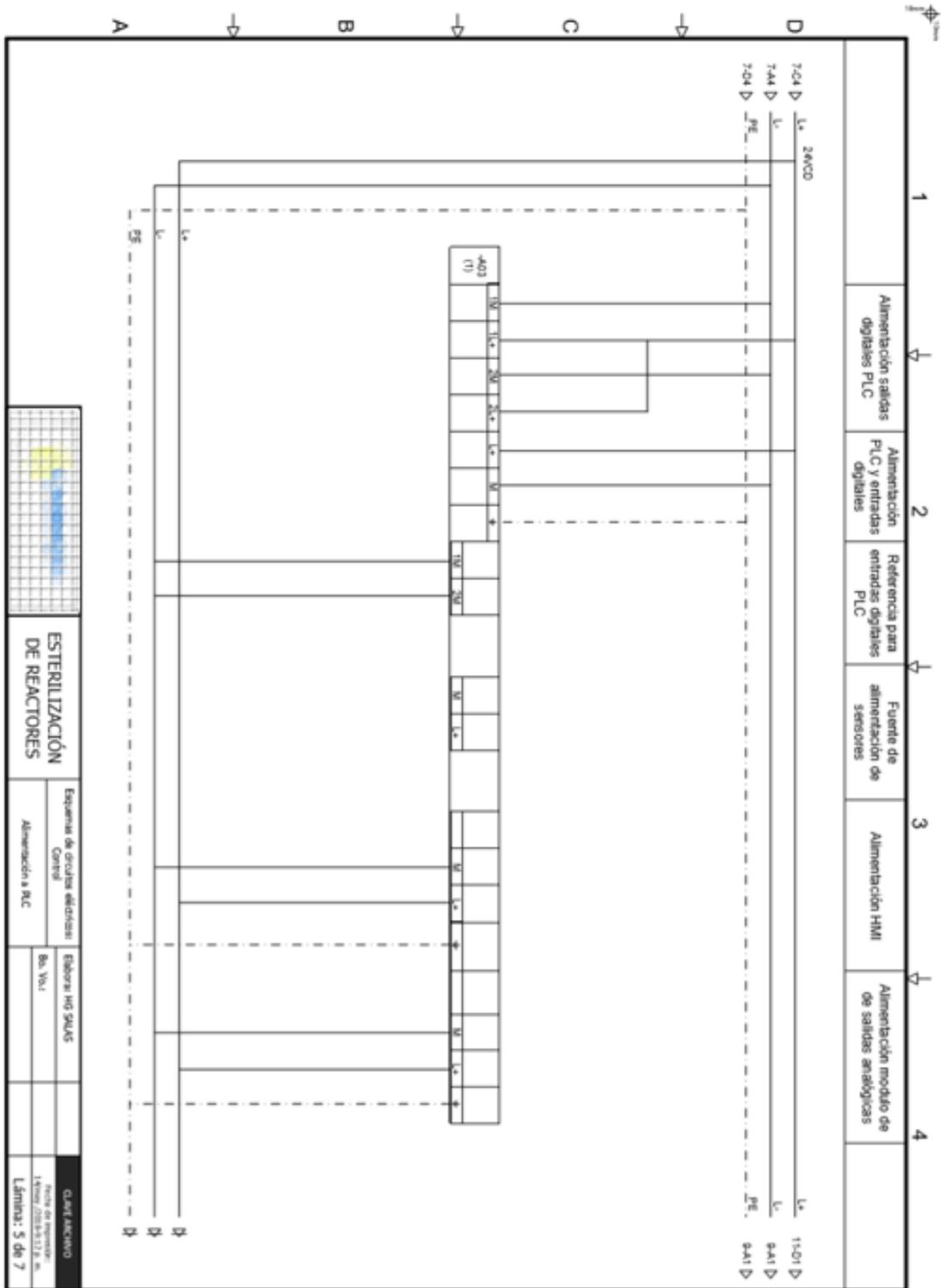


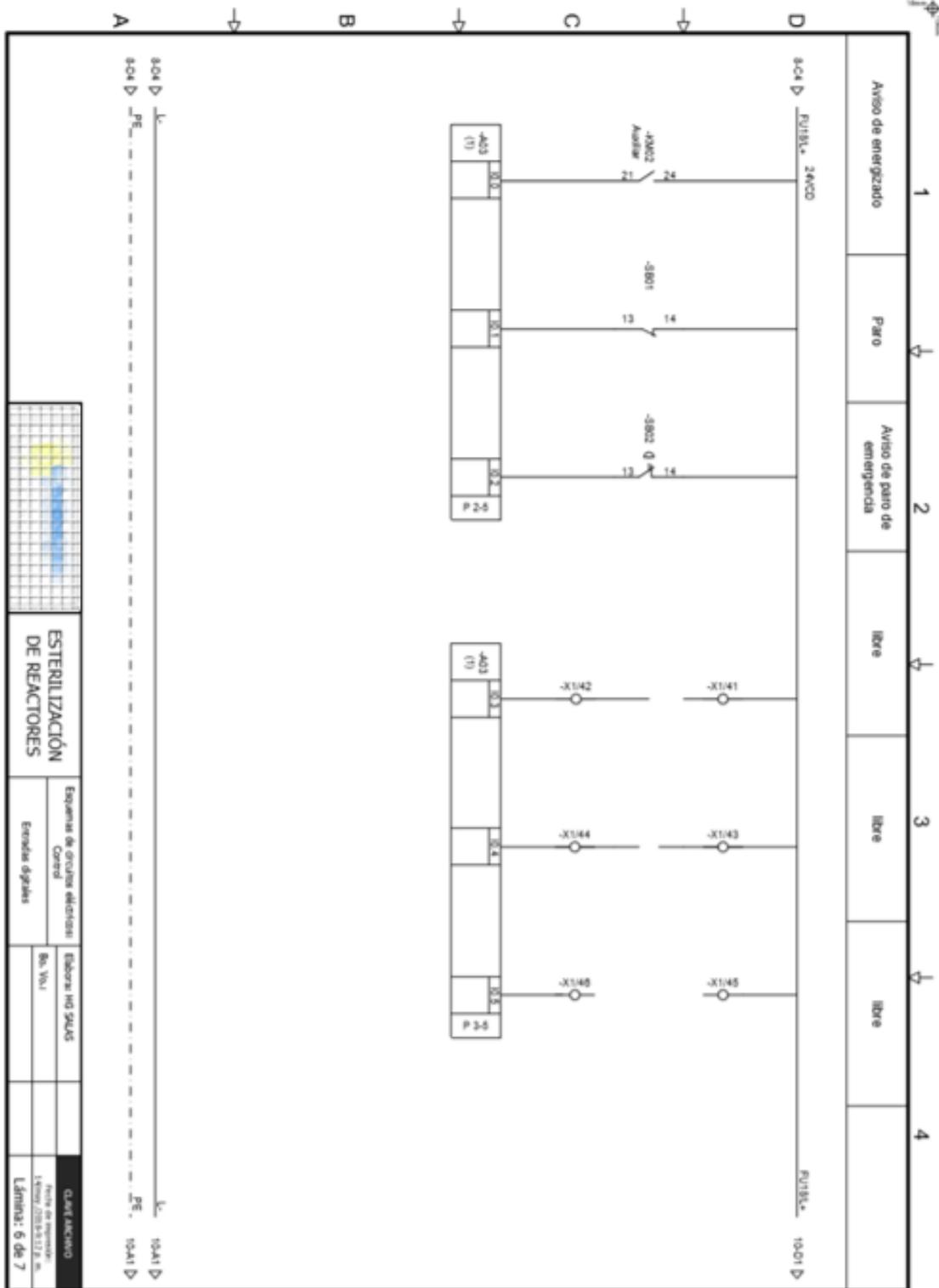
	1	2	3	4																																																
D	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Conductor eléctrico de potencia</td> <td></td> <td>Sensor sin contacto</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Conductor eléctrico de control</td> <td></td> <td>Protección termomagnética</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Conductor eléctrico de protección</td> <td></td> <td>Seccionador</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Conductor temporal o removible</td> <td></td> <td>Contacto tripolar</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Conexión</td> <td></td> <td>Protección fusible</td> </tr> <tr> <td></td> <td>No conexión</td> <td></td> <td>Sobina (o elemento de carga)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Contacto normalmente abierto de potencia</td> <td></td> <td>Luz piloto (o elemento sefalizador)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Contacto normalmente abierto de control</td> <td></td> <td>Borne de conexión</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Contacto normalmente cerrado de control</td> <td></td> <td>Borne de tierra</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pulsador</td> <td></td> <td>Fuente conmutada</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pulsador cabeza de hongo</td> <td></td> <td>Motor</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Paro de emergencia</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>					Conductor eléctrico de potencia		Sensor sin contacto		Conductor eléctrico de control		Protección termomagnética		Conductor eléctrico de protección		Seccionador		Conductor temporal o removible		Contacto tripolar		Conexión		Protección fusible		No conexión		Sobina (o elemento de carga)		Contacto normalmente abierto de potencia		Luz piloto (o elemento sefalizador)		Contacto normalmente abierto de control		Borne de conexión		Contacto normalmente cerrado de control		Borne de tierra		Pulsador		Fuente conmutada		Pulsador cabeza de hongo		Motor		Paro de emergencia		
	Conductor eléctrico de potencia		Sensor sin contacto																																																	
	Conductor eléctrico de control		Protección termomagnética																																																	
	Conductor eléctrico de protección		Seccionador																																																	
	Conductor temporal o removible		Contacto tripolar																																																	
	Conexión		Protección fusible																																																	
	No conexión		Sobina (o elemento de carga)																																																	
	Contacto normalmente abierto de potencia		Luz piloto (o elemento sefalizador)																																																	
	Contacto normalmente abierto de control		Borne de conexión																																																	
	Contacto normalmente cerrado de control		Borne de tierra																																																	
	Pulsador		Fuente conmutada																																																	
	Pulsador cabeza de hongo		Motor																																																	
	Paro de emergencia																																																			
C																																																				
B																																																				
A																																																				
		ESTERILIZACION DE REACTORES		Esquemas de circuitos eléctricos Simbología, componentes para esquema eléctrico																																																
		Elabora: HG SALAS Bo. Vo.:		CLAVE ARCHIVO Fecha de impresión: 31 ENE 2008-0:57 p. m. Lámina: 2 de 7																																																

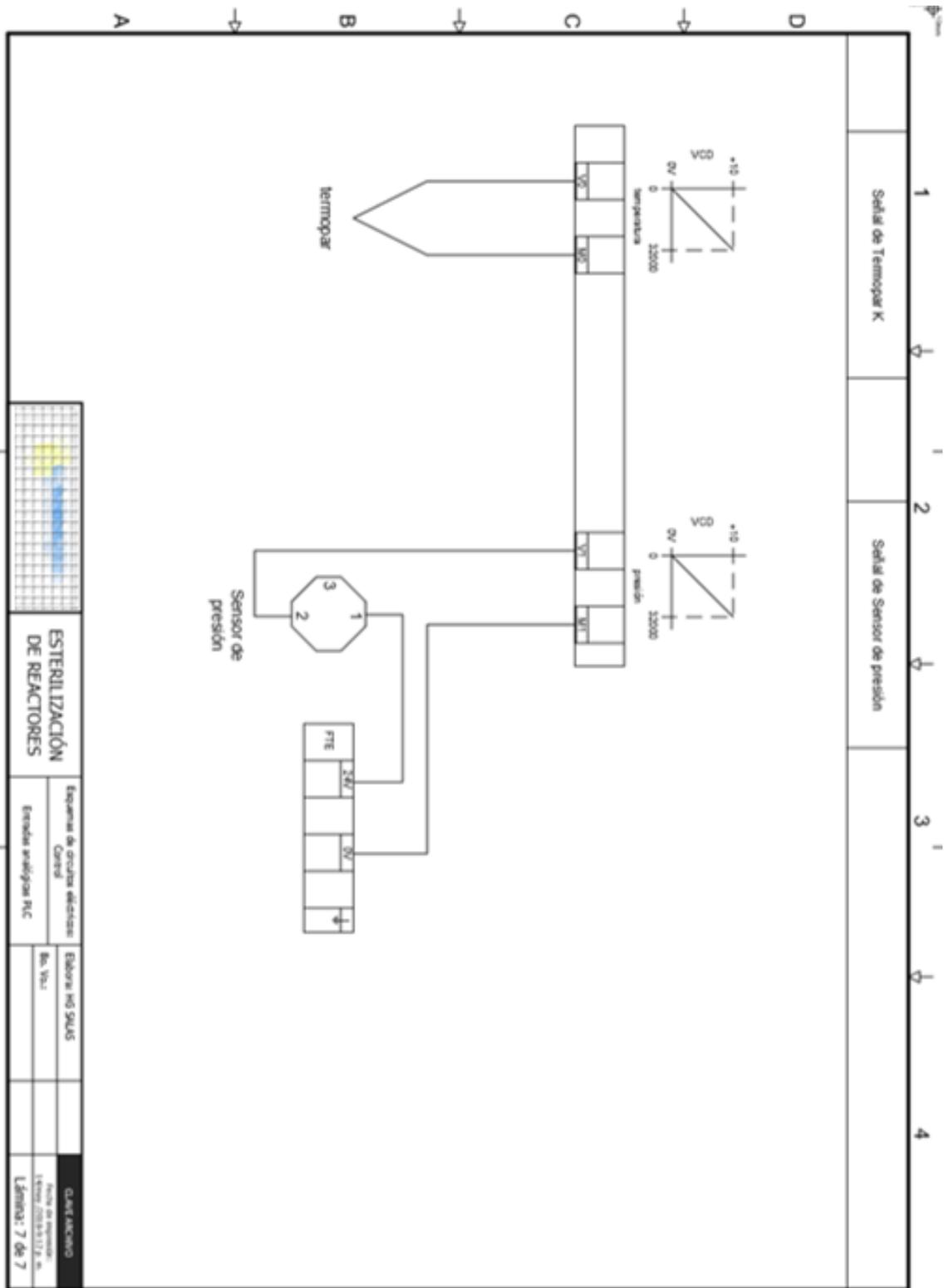


AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE ESTERILIZACIÓN DE REACTORES









ESTERILIZACIÓN DE REACTORES

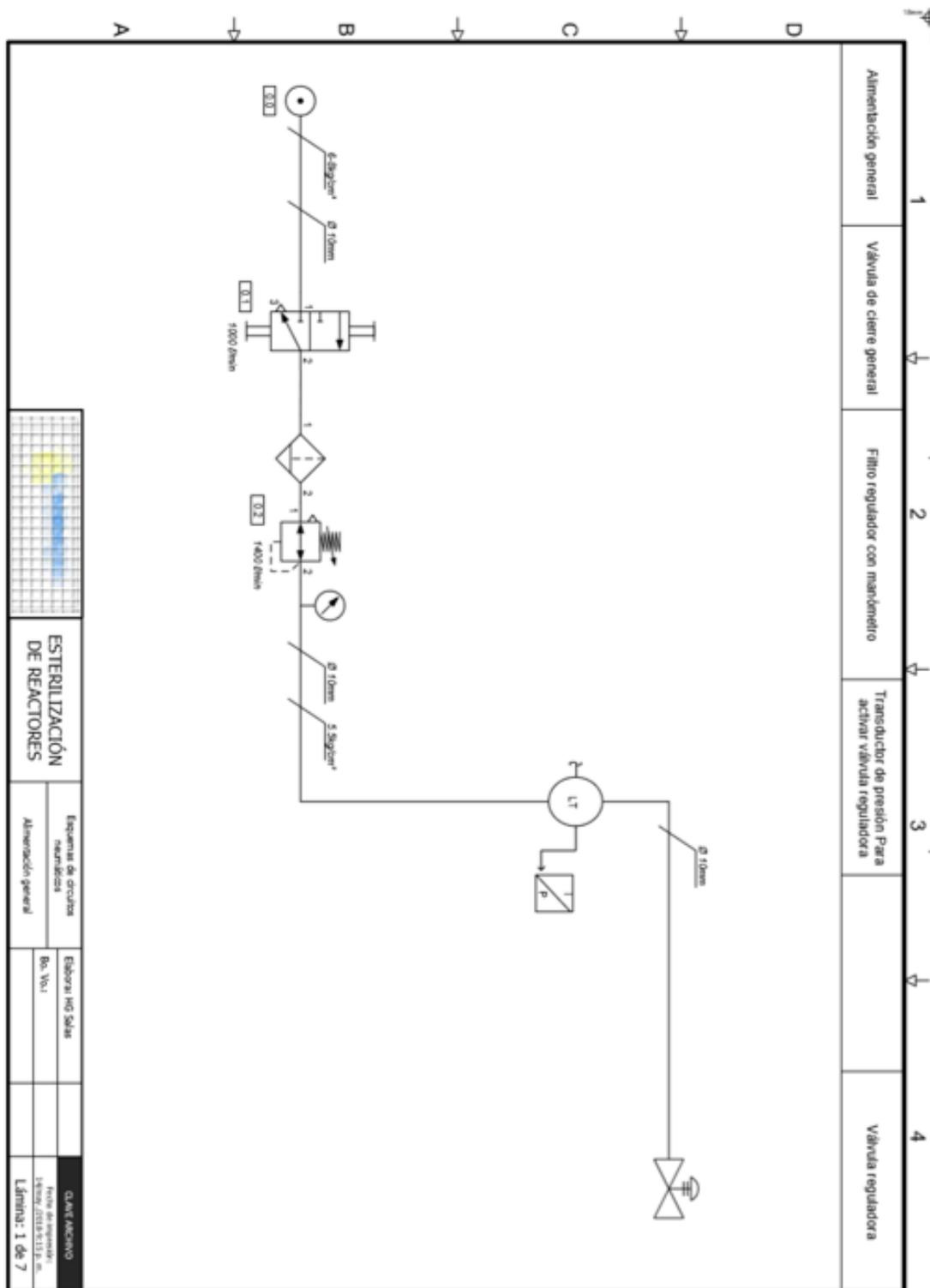
Equipo de control electrónico
Control
Controlador lógico programable PLC

Elabora: ING. SILLAS
Rev. Vela

CLAVE: ARAGON
FOLIO DE REVISIÓN
1 (de 1)
LÍNEA: 7 de 7



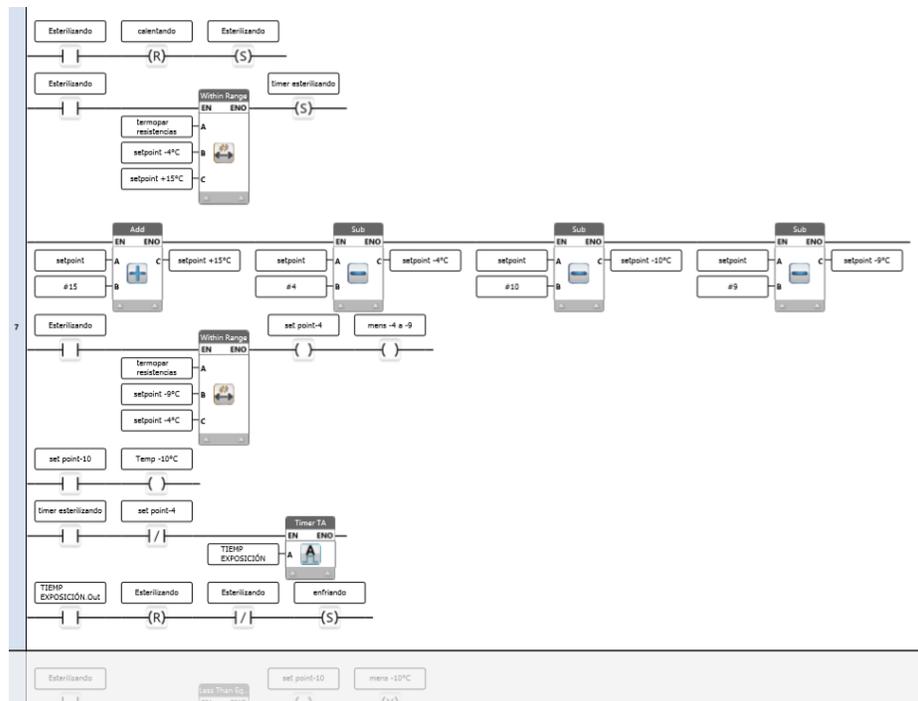
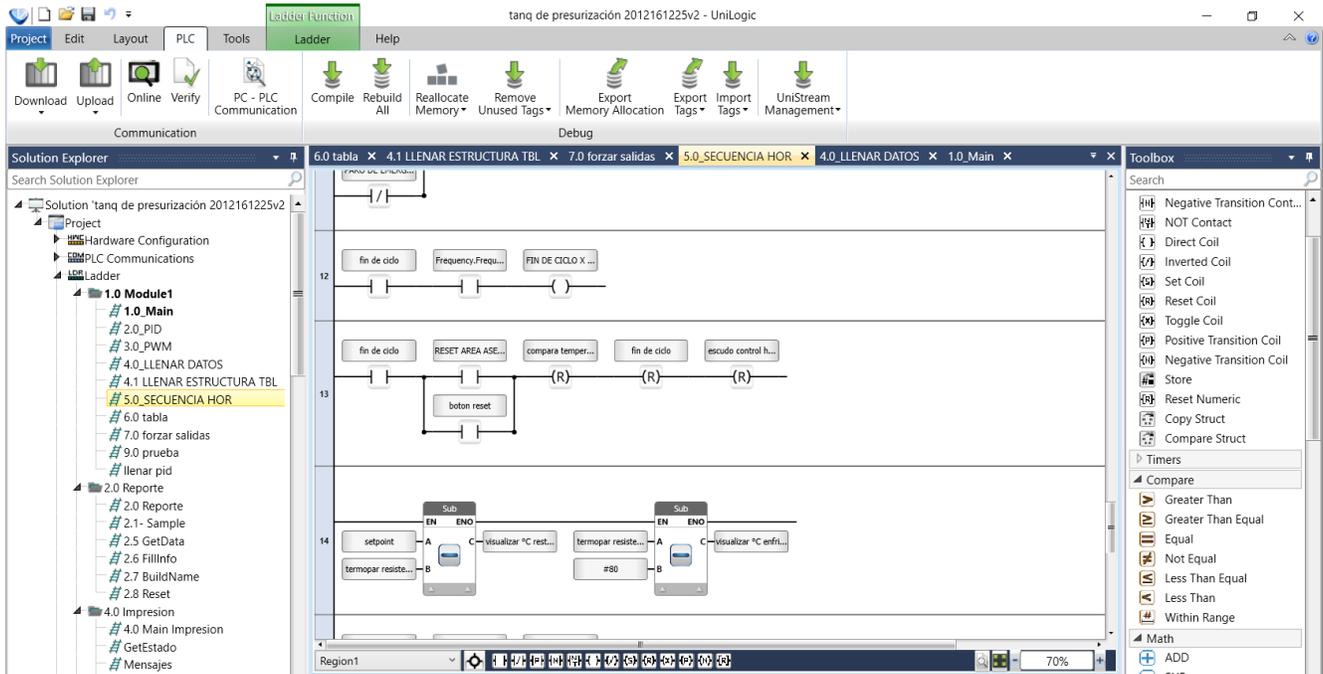
4.3 DIAGRAMAS NEUMÁTICOS.





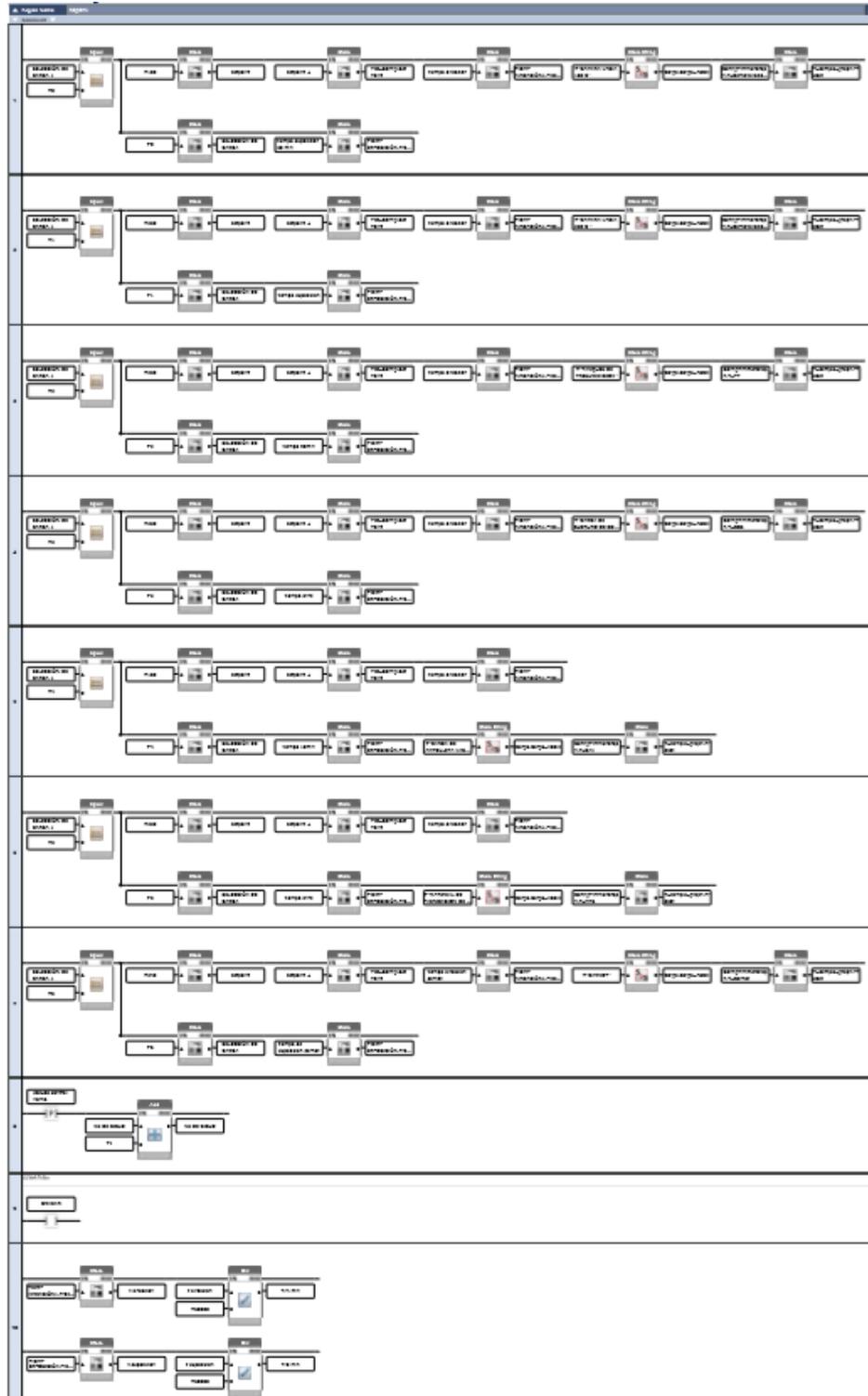
AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE ESTERILIZACIÓN DE REACTORES

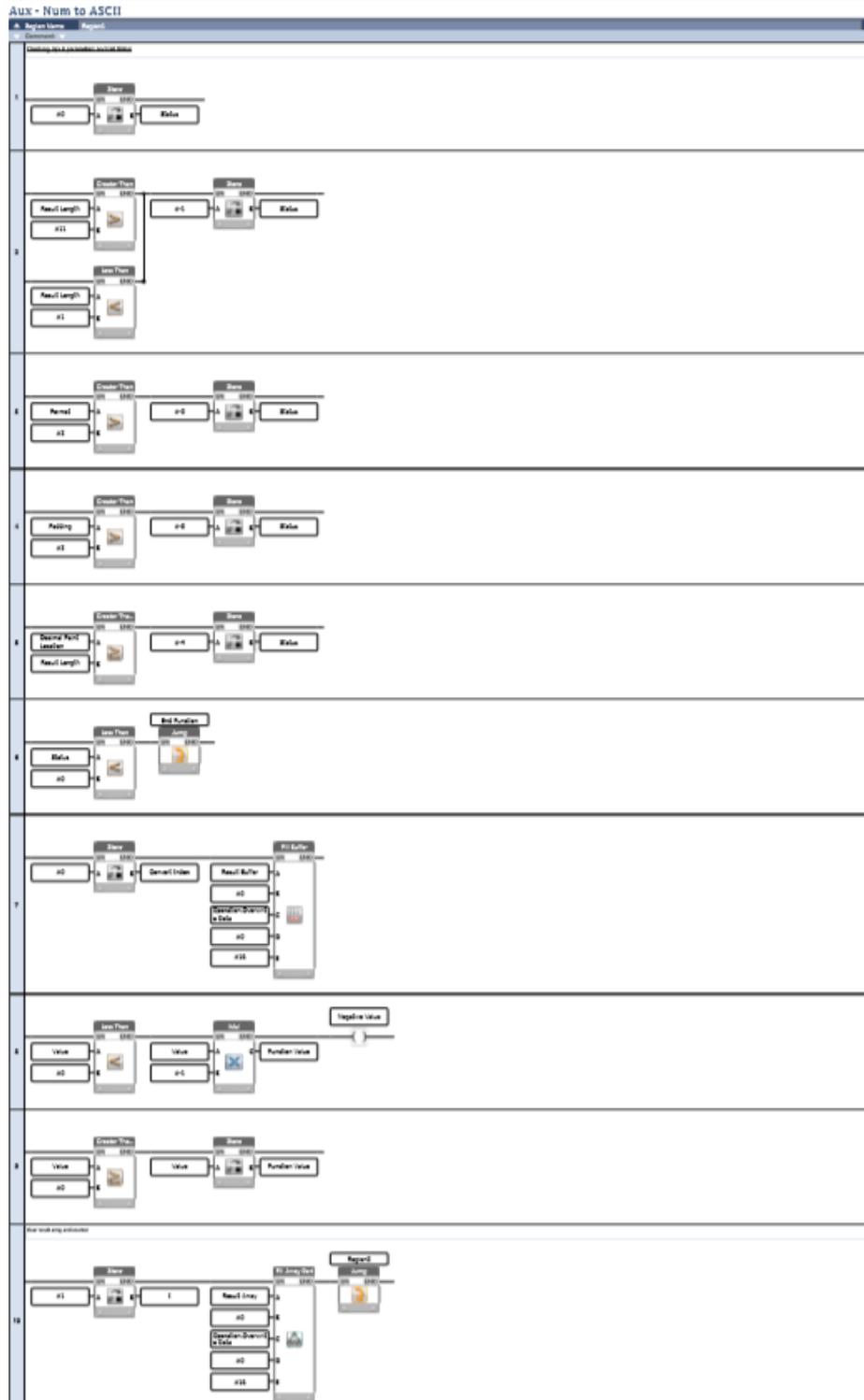
4.4 PROGRAMA.

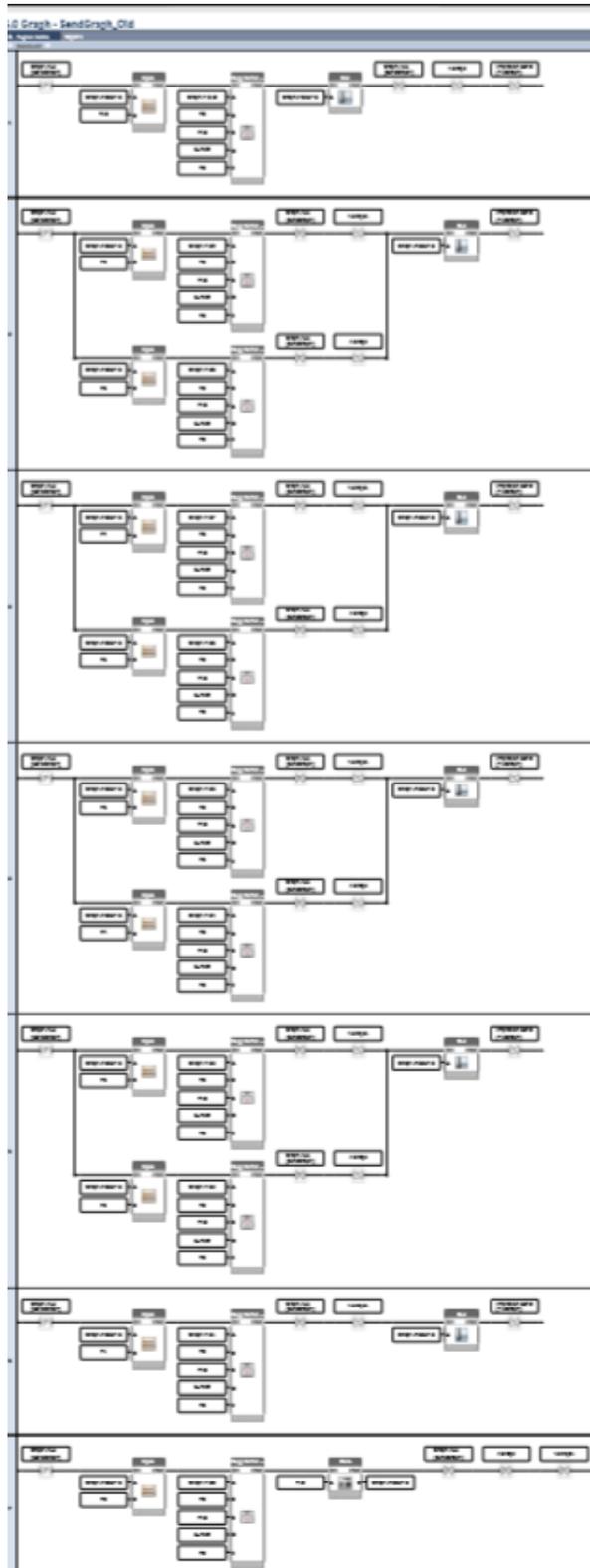


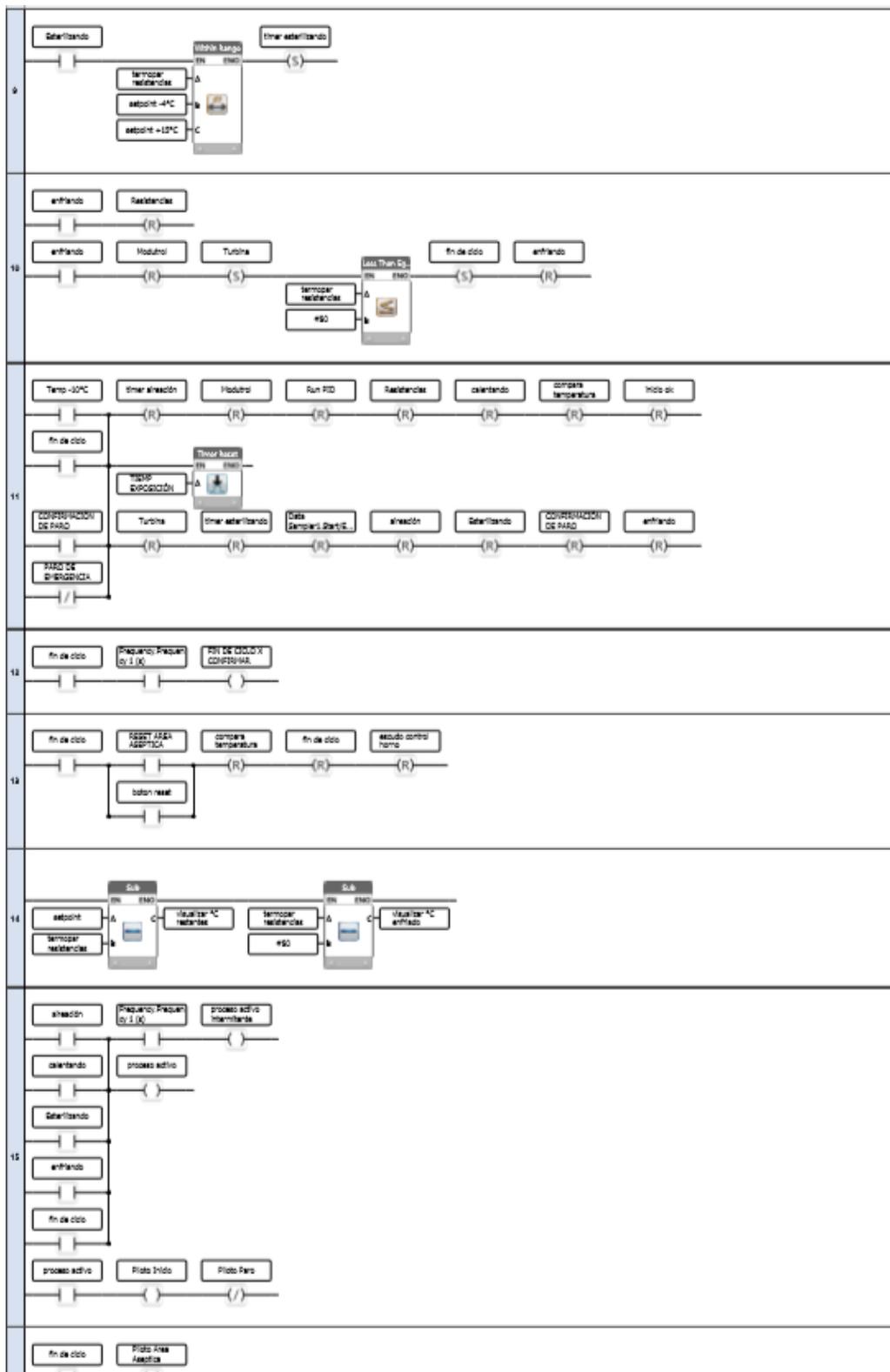


AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE ESTERILIZACIÓN DE REACTORES











4.5 MANUAL DE OPERACIÓN RESUMIDO.



MANUAL DE OPERACIÓN PANEL DE CONTROL REACTORES



Operación del Equipo

A continuación se describe la operación de estas dos pantallas.

Al energizar el equipo se visualizará la pantalla de monitoreo de proceso, en esta pantalla se verificará no se encuentre ninguna alarma activa.

Energizar el equipo presionando el botón ON/OFF



Pantalla de monitoreo de proceso





Operación del Equipo



Tocar la panel en cualquier punto para iniciar la operación y llame la pantalla de carga de datos.



En esta pantalla de datos se llenaran los campos correspondientes a operador, lote, carga, y clave de producto

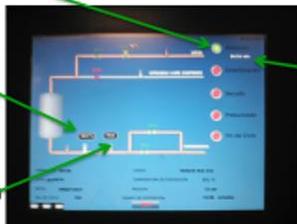


Operación del Equipo

Ya iniciado el proceso se iluminara la etapa que este transcurriendo en ese momento.

Lectura de presión

Lectura de temperatura



Cada etapa indica el estado de sus variables; tiempo restante, temperatura y presión.

La tubería cambiara de color indicando el trayecto del fluido

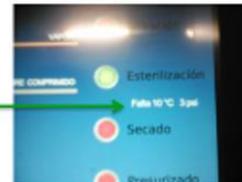




Operación del Equipo



Indica que esta en la etapa de esterilizado



Muestra las variables que aun no se cumplen por lo que aun no inicia la etapa.



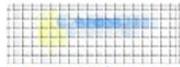
Indica el tiempo restante de esa etapa para pasar a la siguiente.



Operación del Equipo

El equipo esta monitoreando en todo momento las variables de presión, temperatura. Por lo que se generan alarmas que detienen o abortan el proceso para los casos que la etapa no cumpla las condiciones de operación descritas en los Rus. Las condiciones de las variables cambian en cada una de las etapas por lo que las alarmas aplican por individual a las etapas del proceso.





Operación del Equipo



Al presionar el paro de emergencia de cerraran las válvulas de entrada de fluidos al tanque y se abrirán las de salida de condensados

Se visualiza la leyenda PARO DE EMERGENCIA ACCIONADO mientras este enclavado el botón de paro



Operación del Equipo

Para apagar y desenergizar el equipo presione el botón ON/OFF por 3 segundos y este comenzara la impresión del ticket y al termino de esta se apagara. Para suspender el apagado toque la leyenda cancelar apagado.



Botón ON/OFF



Cancelar apagado



CAPITULO 5.

5.1 Prueba en sitio del Reactor 021.

Componente: Tanque con agitador magnético**Especificaciones y función:**

Cuerpo. - Es un cilindro vertical de acero inoxidable 316 L con acabado interior espejo. Capacidad de 220 L; de 650 mm de diámetro y 700 mm en la parte recta. Contiene 2 boquillas especiales de ½” y una de 1 ½” de diámetro. El cuerpo está montado en 4 patas tubulares de 2 ½” en acero inoxidable tipo 304, con rodajas sanitarias construidas en poliuretano rojo de 4 x 2”, dos de ellas giratorias y con freno. Temperatura máxima de operación 150 °, Presión máxima de operación 3.5 kg/cm².

Los accesorios empleados son de tipo sanitario con conectores tipo clamp con la resistencia adecuada para la esterilización en sitio.

Tapa. - Construida de acero inoxidable 316 L en el exterior. Es una estructura desmontable con sistema de cierre con tornillos basculantes. En su cuerpo tiene 9 conectores tipo aséptico de diferentes medidas (4 de 1½”, 3 de 2” y 2 de 3”).

Chaqueta.- Construida en acero inoxidable 316 L con aislamiento de lana mineral, únicamente para mantener aislado el cuerpo del equipo.



Img.64 Tanque Rea 021.



Ahora se verifica la conexión de panel de control y el plc, que las entradas del plc no se encuentren en alarma o laguna conexión en falso en el panel de control, esto por tratarse de la primera prueba en el equipo.



Img.65 Panel de control.

Igual se verifican las conexiones de ingreso de vapor, nitrógeno u oxígeno del reactor



Img. 66 inspección de reactor



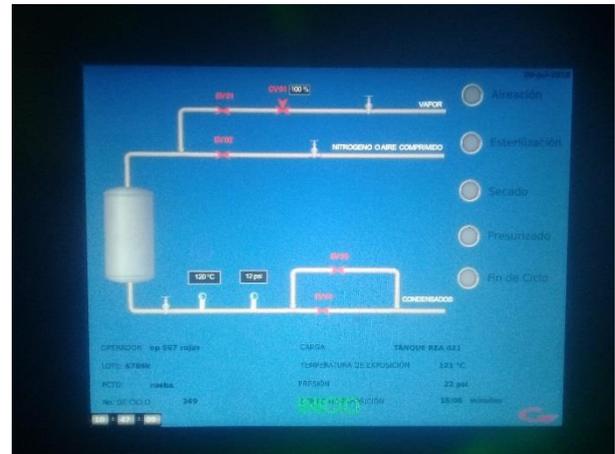
Img. 67 inspecciones de conexiones en dren.



Con el sistema verificado se da comienzo a la operación del equipo.



Img. 68 se energiza Panel.

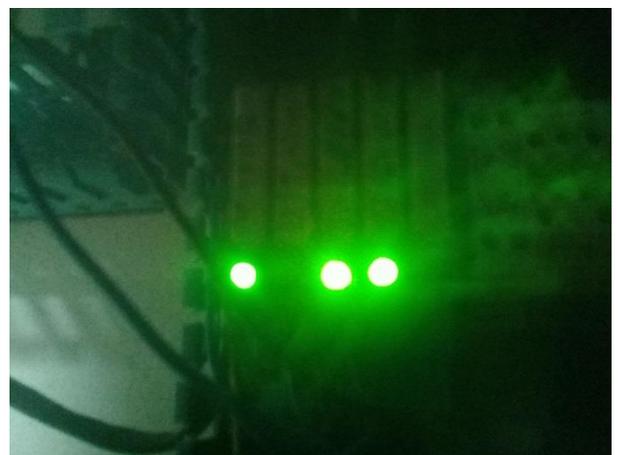


Img. 69 Se oprime INICIO para comenzar funcionamiento.

Ya funcionando el equipo se monitorean señales en el programa y en el panel de control se verifica la secuencia de activación en los relevadores.



Img. 70 HMI, muestra etapa de Aireación.



Img. 71 activaciones de relevadores según etapa



AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE ESTERILIZACIÓN DE REACTORES

En la etapa de esterilización se activa solo la entrada de vapor y la salida de este por una de las válvulas de dren, como lo muestra gráficamente la HMI. También se monitorean señales de valores de proceso mostradas en la HMI y registrados en el programa correspondan con instrumentos de medición de estas variables.



Img. 72 etapa de Esterilización

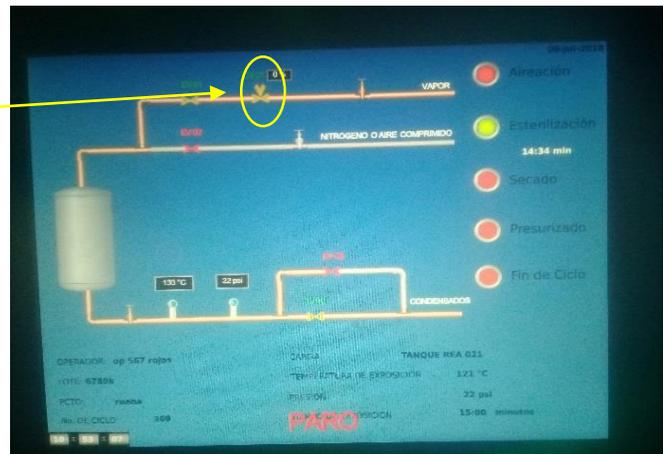


Img. 73 Lectura de Presión por manómetro.

Se confirma que corresponde la lectura de presión tanto en HMI como en manómetro.



Img. 74 aperturas de válvula modulante



Img. 75 apertura de válvula modulante en porcentaje HMI

Se observa que ambos valores de presión corresponden lo que confirma un buen funcionamiento.



Etapa de Secado.

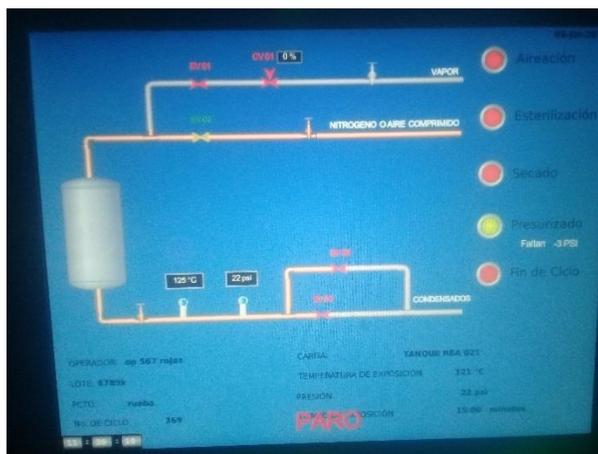


Img. 76 etapa de secado.



Img. 77 Reactor en etapa de secado.

En esta etapa el reactor se encuentra bajo una campana de flujo laminar activa y se ingresa nitrógeno o también podría ser oxígeno por el tiempo que corresponda al tipo de reactor esto va de los 15 a los 25 minutos, ya que se trata de retirar la humedad que este pudiera contener.



Img. 78 etapa de presurizado.

En la etapa de presurizado el control cierra las válvulas de dren, y solo activa la de ingreso de nitrógeno, esto hasta alcanzar el setpoint de 25 PSI, este valor lo monitorea el plc al ser alcanzado cierra válvulas y pasa a la siguiente etapa que es la de fin de ciclo.



Img. 79 Etapa Fin de ciclo activado.

En esta etapa el plc ya cerró las electroválvulas y solo hace falta cerrar las válvulas clamp de globo en forma manual para evitar que al ser desconectado pierda presión el reactor en su interior.



Img. 80 Reactor en reposo bajo flujo laminar de aire filtrado



Img.81 Control auto cerrándose al concluir fin de ciclo



CONCLUSIONES.

De acuerdo con los resultados obtenidos, el tanque con agitador magnético REA 021 cumple con los criterios establecidos en el protocolo de operación y desempeño por lo que se considera calificado.

La automatización de un sistema de producción en este caso de Esterilización de Reactores ha sido un proyecto que me ha dejado nuevos aprendizajes como cada proyecto que se desarrolla con sus respectivos retos y satisfacciones. Al plantear los requerimientos del proyecto inicialmente el objetivo solo era actualizar el control por un control moderno que automatizara en su totalidad la esterilización de los reactores y que garantizara la reducción o eliminación de averías del control. Después los usuarios finales del sistema plantean mejoras adicionales que agregarían valor al proyecto ya que estas mejoras facilitarían el monitoreo del proceso de esterilización para cada reactor y se plantean alarmas visuales en caso de caída de temperatura, rangos de seguridad para la presurización y evitar la activación de válvulas de seguridad deteniendo el sistema de forma automática antes de llegar a una sobre presurización, el seguimiento de las etapas y visualización de estas en la HMI para facilitar el monitoreo del sistema en todo momento para el operador, el auto chequeo de señales que identifican posible avería en los elementos del sistema así como su activación de forma manual desde la HMI para facilitar los mantenimientos al sistema, por mencionar algunas mejoras extra al objetivo inicial del proyecto. Me deja como aprendizaje que el objetivo inicial de un proyecto siempre puede mejorar y ser más exigente, pero dará como resultado un equipo considerado eficiente y de calidad, que incrementará la confianza personal y de los usuarios para la realización de nuevos proyectos.

También me enseña que como líder y desarrollador de un proyecto se debe de conocer sobre las materias que implican el desarrollo de este.

Control, Programación, Neumática, Mecánica, así como de software para facilitar la administración y desarrollo del proyecto como Project, Inventor.



GLOSARIO.

DEFINICIONES Y ABREVIACIONES.

VAC: Voltaje corriente alterna

DTI: diagrama de tuberías e instrumentos

HMI: Interface Hombre Maquina

PLC: Control Lógico Programable

CD: Corriente directa

CA: Corriente Alterna

V: voltaje

BIBLIOGRAFIA.

1. <https://library.automationdirect.com/what-is-a-plc/>
2. Fundamentos de la técnica de automatización (FESTO)
3. www.unitronics.com
4. USC-P-B10_TECH-SPE
5. HMI Panel USP-104-B10
6. WWW.WIKA.COM.MX
7. www.termokew.mx
8. UIS-WCB2-SPEC-1-16
9. Programa de Fabricación, Festo Phneumatic
10. Automatización neumática y electro neumática /Salvador Millán.