



REPÚBLICA DEL ECUADOR

Escuela Politécnica Nacional

" E SCIENTIA HOMINIS SALUS "

La versión digital de esta tesis está protegida por la Ley de Derechos de Autor del Ecuador.

Los derechos de autor han sido entregados a la "ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL" bajo el libre consentimiento del (los) autor(es).

Al consultar esta tesis deberá acatar con las disposiciones de la Ley y las siguientes condiciones de uso:

- Cualquier uso que haga de estos documentos o imágenes deben ser sólo para efectos de investigación o estudio académico, y usted no puede ponerlos a disposición de otra persona.
- Usted deberá reconocer el derecho del autor a ser identificado y citado como el autor de esta tesis.
- No se podrá obtener ningún beneficio comercial y las obras derivadas tienen que estar bajo los mismos términos de licencia que el trabajo original.

El Libre Acceso a la información, promueve el reconocimiento de la originalidad de las ideas de los demás, respetando las normas de presentación y de citación de autores con el fin de no incurrir en actos ilegítimos de copiar y hacer pasar como propias las creaciones de terceras personas.

Respeto hacia sí mismo y hacia los demás.

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE UN ESTERILIZADOR DE INSTRUMENTOS MÉDICOS A VAPOR PARA LA EMPRESA GONZALO GUERRA M.

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y CONTROL

SANTIAGO DAVID ALVAREZ DÍAZ
santy_davicho_alvarez@hotmail.com

DIRECTORA: ING. ARACELY INÉS YANDÚN TORRES
aracely.yandun@yahoo.com

CODIRECTOR: ING. GERMAN ENRIQUE CASTRO MACANCELA, Msc.
german.castro@epn.edu.ec

Quito, Febrero 2014

DECLARACIÓN

Yo Santiago David Alvarez Díaz, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Santiago David Alvarez Díaz

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Santiago David Alvarez Díaz, bajo mi supervisión.

ING. ARACELY YANDUN
DIRECTORA DEL PROYECTO

ING. GERMAN CASTRO, Msc.
CODIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

A Dios, por haberme dado a la mejor madre del mundo que con su gran amor por sus hijos, lucho día y noche por sacarnos adelante y hacernos personas de bien. El sueño por el que mi madre trabajo toda su vida se ha cumplido.

A mis maravillosos hermanos por estar siempre apoyándome, cuidándome y haciendo todo lo posible para que nada me falte, no alcanzaré la vida para agradecerles todo lo que han hecho por mí.

A mi amada familia en especial a mis abuelitos Vicente Díaz (†) y Hortensia de Díaz, por haberme brindado un hogar lleno de amor y cuidarme como uno más de sus hijos.

A todos mis amigos, brotherer y profesores por haber hecho mi vida estudiantil, unos años de inolvidables experiencias en la politécnica.

A los Sres. Gonzalo y Jorge Guerra por su apoyo y confianza incondicional en el desarrollo de este proyecto, y sobre todo por su gran amistad, Mil gracias Gonzalito y Jorge.

DEDICATORIA

A mi amada madre y mis maravillosos hermanos.....

Simplemente lo Logramos, ya somos INGENIEROS.

RESUMEN	IX
PRESENTACIÓN	X
CAPÍTULO I	1
1.1 ESTERILIZACIÓN	1
1.2 MÉTODOS DE ESTERILIZACIÓN.....	2
1.2.1 AGENTES FÍSICOS.....	4
1.2.1.1 Temperatura.....	4
1.2.1.2 Radiaciones.....	5
1.2.2 AGENTES MECÁNICOS.....	6
1.2.2.1 Filtración.....	6
1.2.3 AGENTES QUÍMICOS.....	8
1.3 ESTERILIZADORES A VAPOR.....	9
1.3.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO	9
1.3.1.1 Cámara.....	10
1.3.1.2 Antecámara.....	11
1.3.1.3 Entrada de vapor.....	11
1.3.1.4 Bomba de vacío	11
1.3.1.5 Sensores (presión y temperatura).....	11
1.3.2 FACTORES DE ESTERILIZACIÓN	11
1.3.2.1 Lavado y Secado.....	11
1.3.2.2 Temperatura.....	12
1.3.2.3 Tiempo.....	13
1.3.2.4 Resistencia de los microorganismos	14
1.3.2.5 Tamaño y forma de los paquetes.....	19
1.3.2.6 Colocación en el esterilizador.....	19
1.3.3 PROCESO DE ESTERILIZACIÓN PARA INSTRUMENTAL MEDICO SEGÚN ESTERILIZADORES COMERCIALES.....	19
1.4 INDICADORES DEL PROCESO DE ESTERILIZACIÓN	24
1.4.1 INDICADORES FÍSICOS	24
1.4.2 INDICADORES QUÍMICOS	24
1.4.2.1 Indicadores de proceso - cinta adhesiva - CLASE I.....	25
1.4.2.2 Indicador específico - Test de Bowie Dick - CLASE II.	26
1.4.2.3 Indicador de parámetro simple - CLASE III.....	27
1.4.2.4 Indicador multi-paramétrico - CLASE IV.	27
1.4.2.5 Indicador integrador - CLASE V.....	27
1.4.2.6 Simuladores indicadores de verificación de ciclos CLASE VI.....	27
1.4.3 INDICADORES BIOLÓGICOS	28
CAPÍTULO II.....	29

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL HARDWARE	29
2.1 CÁMARA Y ANTECÁMARA	31
2.2 ACCIONAMIENTO Y SEGURIDAD DE LAS PUERTAS.....	32
2.2.1 CILINDRO NEUMÁTICO.....	34
2.2.2 VALVULAS SOLENOIDES 3/2	35
2.3 VÁLVULAS SOLENOIDES 2/2.....	36
2.3.1 CARACTERÍSTICAS SOLENOIDE	36
2.4 MEDICIÓN DE PRESIÓN	37
2.4.1 PRESÓSTATOS DE CONTROL.....	37
2.4.2 MANÓMETROS.....	39
2.5 MEDICIÓN DE TEMPERATURA	40
2.5.1 SENSOR DE TEMPERATURA RTD.....	40
2.5.2 CONTROL DE TEMPERATURA	42
2.6 ELEMENTOS PARA GENERAR VACÍO.....	43
2.6.1 BOMBA CENTRÍFUGA	45
2.6.2 DIMENSIONAMIENTO DE LAS PROTECCIONES DE LA BOMBA	47
2.7 CONTROLADOR DEL PROCESO DE ESTERILIZACIÓN.....	48
2.7.1 SELECCIÓN DEL CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE	49
2.7.2 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE “PLC”	49
2.7.3 NÚMERO DE ENTRADAS Y SALIDA.....	50
2.7.4 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE TWIDO.....	52
2.7.5 MÓDULOS DE ENTRADAS Y SALIDAS.....	53
2.8 TABLERO DE CONTROL	54
2.9 INDICADORES Y VERIFICACIÓN DEL PROCESO DE ESTERILIZACIÓN.....	55
2.9.1 INDICADOR QUÍMICO CLASE I	55
2.9.2 INDICADOR QUÍMICO CLASE II (BOWIE DICK)	55
2.9.3 INDICADOR QUÍMICO CLASE VI.....	56
CAPÍTULO III	58
 DISEÑO Y DESARROLLO DEL SISTEMA DE CONTROL.....	58
3.1 ESTRUCTURA DEL PROGRAMA DE CONTROL.....	59
3.1.1 INICIO	59
3.1.2 PREPARACIÓN	61
3.1.3 ESTERILIZACIÓN.....	62
3.1.4 SECADO	63
3.1.5 IGUALACIÓN	64
3.2 DIAGRAMA P&ID DEL ESTERILIZADOR A VAPOR.....	65
3.3 CONFIGURACIÓN DEL PLC.....	65
3.3.1 CARACTERÍSTICAS DEL TWIDO SUITE	66

3.3.2	NAVEGACIÓN POR EL ESPACIO DE TRABAJO DE TWIDO SUITE	67
3.3.3	PASOS PARA LA PROGRAMACIÓN DEL PLC A TRAVÉS DEL SOFTWARE TWIDO SUITE	68
3.3.3.1	Configuración del hardware Twido	69
3.3.3.2	Programación del PLC	71
3.3.3.3	Creación de un programa en lenguaje Ladder.....	72
3.3.4	DESCARGA DEL PROGRAMA AL PLC TWIDO.....	73
3.4	DIAGRAMAS ELÉCTRICOS Y NEUMÁTICOS.....	76
3.5	OPERACIÓN Y FUNCIONAMIENTO.	76
CAPITULO IV.....		80
PRUEBAS Y RESULTADOS		80
4.1	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL HARDWARE.....	80
4.1.1	PRUEBAS DE ENTRADAS AL PLC.....	80
4.1.2	PRUEBAS DE SALIDAS AL PLC.....	82
4.1.3	PRUEBAS DE LAS SOLENOIDES	84
4.1.4	PRUEBAS EN FUNCIONAMIENTO DE LA BOMBA.....	85
4.2	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO GENERAL	85
4.2.1	INICIO	85
4.2.2	PREPARACIÓN	86
4.2.3	ESTERILIZACIÓN.....	86
4.2.4	SECADO	87
4.2.5	IGUALACION	88
4.3	PRUEBAS DE ESTERILIZACIÓN	89
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		92
5.1	CONCLUSIONES.....	92
5.2	RECOMENDACIONES	93
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		94

ANEXOS

RESUMEN

El presente proyecto de titulación comprende el diseño e implementación de un sistema de control de un esterilizador de instrumentos médicos a vapor para la empresa GONZALO GUERRA M. cuyas características funcionales después de un análisis entre las marcas comerciales más conocidas en el país serán tomadas en base a los esterilizadores a vapor europeos.

Este trabajo está dividido en cinco capítulos que describen secuencialmente las etapas seguidas a lo largo del proyecto.

En el CAPITULO 1: se muestra una breve descripción de los conceptos básicos de esterilización y sus métodos para lograrlo, además se muestra las características de los esterilizadores en diferentes marcas comerciales. Finalmente indica los métodos utilizados para comprobar si una esterilización fue satisfactoria.

En el CAPITULO 2: se describen las consideraciones generales para la selección de los diferentes equipos utilizados en este proyecto, y se incluye características técnicas de los elementos constitutivos del esterilizador.

En el CAPITULO 3: se describe el sistema de control del esterilizador, con sus respectivas configuraciones, programación, lógica de programación y diagramas de flujo del funcionamiento del sistema.

En el CAPITULO 4: se detallan las pruebas realizadas en los diferentes elementos que conforman el sistema y se verifica la esterilización a través de los indicadores químicos disponibles en la empresa Gonzalo Guerra.

En el CAPITULO 5, y con base a las experiencias obtenidas durante el desarrollo del proyecto, se extraen las conclusiones y recomendaciones más relevantes en el proyecto.

PRESENTACIÓN

En las últimas décadas el avance en la medicina ha tenido un punto muy alto en el desarrollo de la humanidad, todos los insumos, instrumentos y equipos médicos apoyan de una manera confiable al Diagnóstico, Tratamiento y Rehabilitación del paciente. A pesar de estos avances, siempre existirá el riesgo de adquirir una infección en el área hospitalaria, lo que ha obligado a mejorar los procedimientos y técnicas de esterilización, siendo hoy en día una profesión especializada y con un gran desarrollo tecnológico.

Las normas y los procesos de esterilización se desarrollan continuamente, conforme la complejidad de las intervenciones médicas y las estrictas implicaciones legales que lo exigen, el resultado de la mejora continua de estos procesos ha sido de gran beneficio para los pacientes.

El presente proyecto de titulación tiene como objetivo diseñar e implementar un sistema de control de un esterilizador de instrumentos médicos a vapor, el cual ha tomado como referencia la funcionalidad de temperatura y presión de los esterilizadores a nivel Europeo, cuya calidad y eficiencia de los procesos de esterilización ha sido reconocida a nivel mundial.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

La presencia de una persona en un centro de salud o en un hospital, ya sea por motivos de diagnóstico o terapéuticos, lleva consigo el riesgo de infección, el mismo que, con la calidad del servicio, el uso de la tecnología y el profesionalismo del personal pueden ser prevenidos.

En la práctica, todos los materiales e instrumentos que se ponen en contacto con los pacientes deben estar esterilizados, de ahí la necesidad de encontrar métodos de esterilización que garanticen evitar la propagación de epidemias o causar infecciones.

A mediados del siglo XIX, con las investigaciones de Luis Pasteur y Cols se inicia el desarrollo de esterilizadores usando vapor, este desarrollo buscaba dejar de lado el uso de químicos que eran de costo elevado y difíciles de obtener.

1.1 ESTERILIZACIÓN

“La esterilización es el proceso mediante el cual se alcanza la muerte de todas las formas de vida microbianas, incluyendo bacterias y sus formas esporuladas altamente resistentes, hongos y sus esporas, y virus” [1]*. Se considera a un microorganismo muerto cuando ha perdido irreversiblemente su capacidad reproductiva. Al hablar de la esterilización de un objeto, tratamos de un término absoluto, es decir, está o no estéril, no existen rangos intermedios.

¹ Departamento de Estudios de Antonio Matachana S.A., “principios básicos para la introducción en la esterilización a vapor.” Barcelona España. 2002. PAG. 49

La efectividad de la esterilización está en función de la rigurosa limpieza que se debe dar a los materiales a esterilizar, de esta manera el agente esterilizante podrá tener una mayor concentración y penetración en el objeto.

Debido a que existen muchos procesos que necesitan el uso de materiales estériles, la esterilización es un procedimiento indispensable dentro del campo hospitalario. Entre éstos procesos podemos destacar:

- Esterilización de equipos médicos y otros materiales tipo quirúrgicos.
- Acondicionamiento de material de laboratorios de microbiología, como: placas de Petri, pipetas, pinzas, tubos, etc.
- Preparación de medios de cultivo, utilizados con diferentes propósitos, por ejemplo: control de alimentos, análisis microbiológico de medicamentos, cultivo de microorganismos, control de ambiente, control de equipos o personal, control de cosméticos, etc.
- Descontaminación de material utilizado.

1.2 MÉTODOS DE ESTERILIZACIÓN

Por los diversos materiales, instrumental e insumos usados en el hospital, existen diferentes métodos de esterilización.

En la Figura 1.1 se puede observar un esquema de los principales métodos de esterilización, se presenta una clasificación acorde al tipo de agente que actúa.

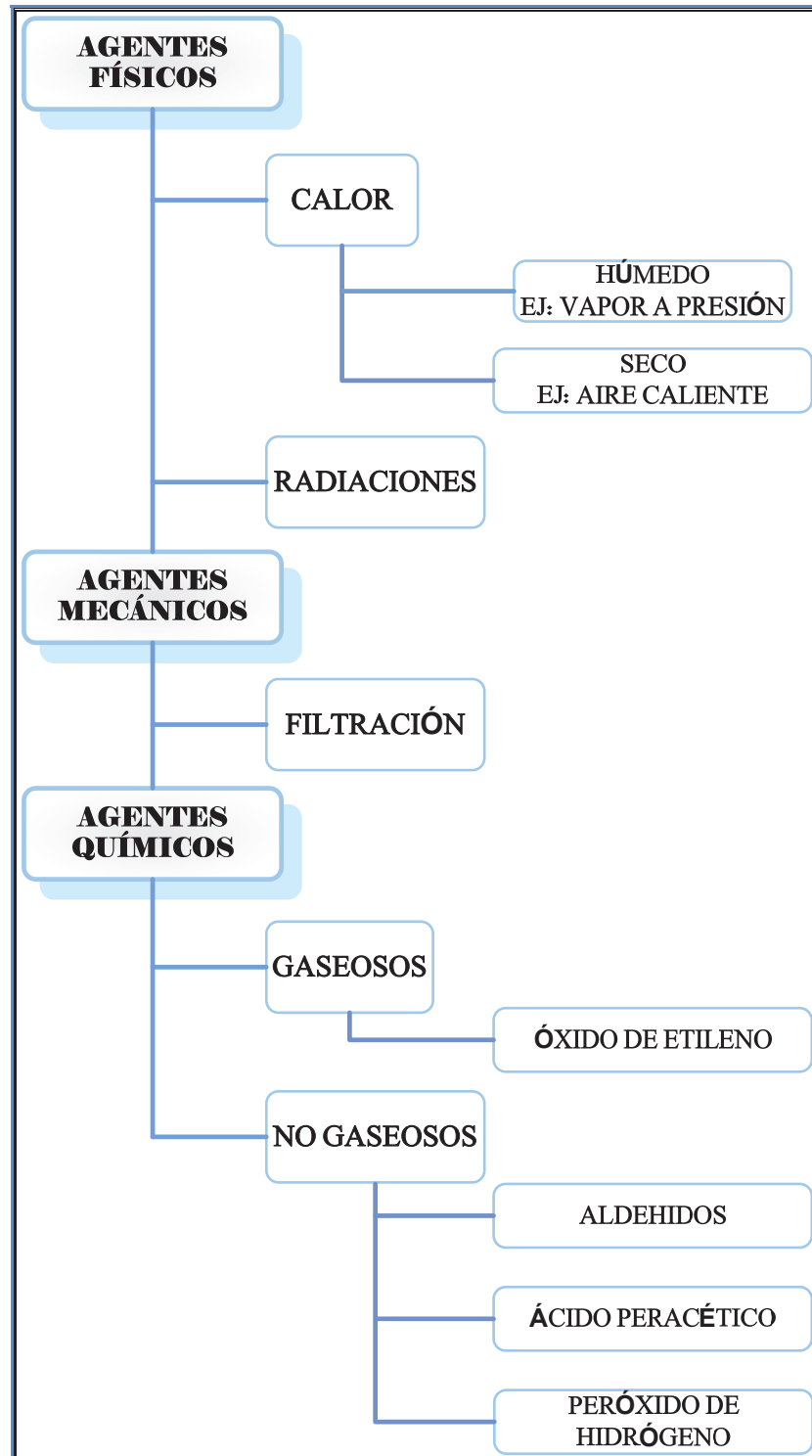


Figura 1.1 Métodos de Esterilización

1.2.1 AGENTES FÍSICOS

1.2.1.1 Temperatura

Los microorganismos reaccionan de diferente forma al aumento de temperatura en su medio ambiente, tal es el caso que las formas vegetativas son destruidas a 100 °C si se encuentra en una solución acuosa, y son más resistentes en un medio deshidratado. Las formas bacterianas son inactivadas en un medio ambiente con una temperatura de 50-60°C por un lapso de 30 minutos. Las formas esporuladas requieren una temperatura superior a 100°C, por tanto la acción de la temperatura dependerá del medio ambiente, del estado físico-químico de las células y del número de estas.

Los métodos de aplicación dentro de esta clasificación de agente físico son:

- **Fuego directo:** expone a los objetos o materiales a la llama de un mechero (asas con hilos de platino, boca de tubos de ensayo y matraces, pipetas Pasteur, etc.).
- **Tindalización:** Se lo utiliza en microbiología para esterilizar líquidos o sustancias que no resisten la esterilización por tratamiento de vapor debido al riesgo de alteración en su composición química. Este método, implica en calentar el medio a una temperatura de 60 a 70°C por un tiempo de 30 minutos a 1 hora, tres veces consecutivas, teniendo en cuenta que se debe esperar un intervalo de 24 horas entre cada vez.
- **Ebullición:** los objetos a esterilizar se coloca en recipientes con agua a ebullición. Se utiliza para esterilizar agujas, pinzas, jeringas, etc.
- **Calor húmedo:** el vapor es el agente esterilizante más usado, resulta ser el de menor costo y el más efectivo. Este método garantiza la muerte de cualquier microorganismo. La esterilización con vapor se lo puede hacer a

presión o sin presión. Las temperaturas de esterilización con vapor oscilan entre 107 a 126°C por un tiempo de 5 a 20 minutos con presiones que varían entre 5 y 20 PSI. El equipo donde se realiza este proceso se llama autoclave, el cual tiene la ventaja de, en forma rápida, elevar la temperatura, además soporta presiones hasta 100 PSI y no deja residuos tóxicos en el material.

- **Calor seco (Horno Pasteur, Pupineles):** La esterilización se efectúa por calor seco haciendo circular el aire caliente a temperaturas que varían entre 120 y 180°C por tiempos que van desde las 8 horas a 20 minutos.

La esterilización por calor seco se utiliza primordialmente para esterilizar material de vidrio. El control de la temperatura en este método tiene gran complejidad debido a que el calor penetra los materiales de forma lenta y desigual. La efectividad de este método dependerá de la cantidad de calor disponible, la difusión del calor y los niveles de pérdida de calor.

1.2.1.2 Radiaciones

La esterilización por este método es conocido también como esterilización en frío, debido al escaso aumento de temperatura que se produce en los materiales tratados. Desde la antigüedad es muy conocido el efecto anti-bactericida de las radiaciones, por ejemplo, se sabe que las radiaciones ultravioletas (luz solar) son agentes naturales de esterilización. Este procedimiento, se fundamenta en el poder ionizante de la radiación, el cual inhibe o reduce el poder multiplicador de microorganismos al interactuar con su ADN.

Su acción depende de:

- Tipo de radiación.
- Dosis.
- Tiempo de exposición.

Se clasifican en:

- **Rayos Gamma:** Los rayos gamma poseen mucha energía la misma que es difícil de controlar. El empleo de este método se basa en conocimientos adquiridos de la energía atómica. Los rayos gamma están en capacidad de penetrar a los materiales, por lo que el material puede ser envuelto o empaquetado.
- **Rayos X:** para fines de esterilización este método resulta muy costoso, no es un método viable en empleo masivo ya que requieren mucha energía. Los rayos X tienen una penetración buena en los objetos, por lo que pueden ser envueltos.
- **Ionizantes:** estas radiaciones, al estar en contacto con los microorganismos producen alteraciones en las estructuras proteicas y lipídicas, en las bases de los ácidos nucleicos, así como en los componentes esenciales para la reproducción y vida de éstos. Se utilizan para esterilizar materiales termo-sensibles como jeringas descartables, sondas, etc. Debido a que producen alteraciones de los componentes, no se utilizan para medios de cultivo o soluciones proteicas.
- **Rayos Ultravioletas:** Estos afectan el ADN de los microorganismos al absorber una longitud de onda, el cual produce una liberación de energía ocasionando un re-arreglo en sus enlaces químicos.

1.2.2 AGENTES MECÁNICOS

1.2.2.1 Filtración

Es un método que consiste en filtrar las soluciones a través de filtros que sólo permiten el paso de partículas diminutas. Los filtros son de diversos tipos, en un

inicio fueron de porcelana, hoy en día éstos han sido remplazados por filtros que usan membranas filtrantes con poros de determinado tamaño, este tamaño, dependerá del material o muestra a esterilizar. Debe tomarse en cuenta que los filtros que se usan por lo general en los laboratorios, no retienen ni micro plasmas ni virus.

Existen tres tipos básicos de filtros:

- **Filtros de profundidad o Filtros profundos:** Estos filtros están compuestos de un material granular prensado o fibroso, activado, plegado, o pegado dentro de los canales de flujo. En este tipo de filtros la retención de las partículas se realiza por una combinación de retención mecánica en la matriz y de absorción.
- **Membranas filtrantes:** Su funcionamiento se basa principalmente en el tamaño de la partícula. En este filtro, debido a efectos electrostáticos, las partículas más pequeñas al tamaño del poro son retenidas en la matriz del filtro.
- **Filtros de huella de nucleación (Nucleoporo):** Son filtros con orificios muy regulares que atraviesan la membrana verticalmente, están constituidas por láminas extremadamente delgadas de policarbonato, se encuentran perforadas por un tratamiento conjunto con sustancias químicas y radiación. Funcionan como tamices, evitando todo el paso de partículas con dimensión mayor a la del poro.

La filtración se utiliza para esterilizar medios para cultivos celulares, aceites, soluciones intravenosas, algunos tipos de pomadas, soluciones oftálmicas, radio fármacos, soluciones de antibióticos y vitaminas.

1.2.3 AGENTES QUÍMICOS

Estos métodos producen la pérdida de viabilidad de los microorganismos, entre los principales tenemos:

- **“Óxido de etileno:** Es utilizado en la esterilización gaseosa, generalmente en la industria farmacéutica para objetos que se funden a temperaturas mayores de 100°C. Es un agente microbiano de amplio espectro que puede destruir todos los microorganismos inclusive virus. Es muy peligroso y difícil de controlar, por ser altamente inflamable y explosivo, y además cancerígeno.” [12]^{*}
- **Aldehídos:** Estos agentes provocan una reacción alquilante, misma que actúa sobre las proteínas produciendo un cambio irreversible en enzimas e inhibiendo la actividad enzimática. Las esporas son destruidas por estos compuestos.
- **Glutaraldehído:** “Consiste en la preparación de una solución alcalina al 2%, donde se sumerge el material a esterilizar de 20 a 30 minutos, y luego un enjuague de 10 minutos. Este método es el único esterilizante efectivo en frío y tiene la ventaja de ser rápido. Puede esterilizar materiales como plástico, goma, vidrio, metal, etc.” [6]
- **Formaldehído:** Consiste en utilizar pastillas de para formaldehído, mismas que pueden aplicarse elevando la temperatura o a temperatura ambiente. Elevando la temperatura a 60°C se realiza la esterilización por acción del gas formaldehído en tiempos cortos, mientras que la temperatura ambiente se logra una esterilización en 36 horas. Este método permite esterilizar materiales de goma, látex, plásticos, etc.

^{*} 6 Métodos de esterilización.

<http://www.shadetattoo.com/pdf/M%C3%89TODOS%20DE%20ESTERILIZACI%C3%93N.pdf>

- **Esterilización por gas-plasma de peróxido de hidrógeno:** Este proceso ejerce la acción biosida a baja temperatura, misma que consiste en la transmisión de peróxido de hidrógeno en estado entre líquido y gaseoso (fase plasma).

1.3 ESTERILIZADORES A VAPOR

La esterilización por medio de vapor consiste en someter a los microorganismos a determinadas temperaturas en presencia de humedad (vapor saturado el cual posee aproximadamente 98% de humedad relativa). Los microorganismos deben ser expuestos a temperaturas óptimas de esterilización durante el tiempo necesario para que el proceso sea efectivo.

1.3.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Los esterilizadores a vapor son equipos que aprovechan las propiedades termodinámicas del agua, misma que puede ser considerada como una sustancia pura. A nivel del mar, en condiciones normales y con una presión atmosférica de 1 atm, en fase líquida el agua hierve a 100°C y pasa a estado gaseoso (vapor). Si se reduce la presión, el agua hierve a menor temperatura, caso contrario, al incrementarse la presión, el agua hervirá a mayor temperatura.

El esterilizador a vapor es un equipo que posee una cámara sellada, se puede lograr temperaturas superiores a los 100 °C mediante el control de la presión del vapor de agua, o de forma inversa, lograr presiones superiores a la atmosférica controlando la temperatura. Cuando se quiere esterilizar elementos a presiones superiores a las de la atmósfera, los esterilizadores utilizan vapor saturado para transmitir su energía térmica a estos elementos.

Por lo general, a este método se lo conoce con el nombre de esterilización por calor húmedo. A causa de su efectividad, rapidez y bajo costo, este es el método de mayor uso. Sin embargo, debe tomarse en cuenta que no todos los materiales o elementos se pueden esterilizar por este procedimiento. Se han desarrollado métodos alternos de esterilización para aquellos elementos que no son afectados por el calor y la humedad.

En la Figura 1.2 se muestran las partes principales de un esterilizador a vapor.

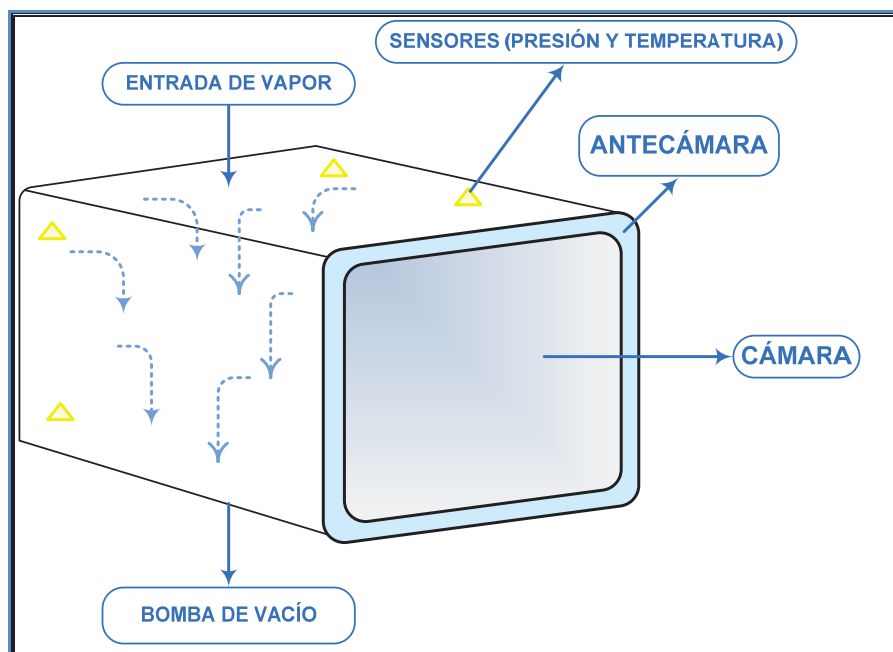


Figura 1.2 Partes principales de un esterilizador a vapor

1.3.1.1 Cámara

Espacio en donde se colocan los objetos o elementos a ser esterilizados. Cuando la puerta se cierra la cámara queda aislada del exterior. Cuando el proceso de esterilización está en marcha se llena y presuriza con vapor.

1.3.1.2 Antecámara

Espacio ubicado alrededor de la cámara de esterilización a través del cual circula vapor, con el fin de transferir calor a la cámara y disminuir la formación de condensado. Se encuentra conectada a la cámara y al desagüe a través de líneas controladas.

1.3.1.3 Entrada de vapor

Para la entrada de vapor a la cámara o antecámara se puede tener dos tipos de fuentes de vapor, una por medio de una fuente central llamada calderos generalmente usados en hospitales o clínicas y por un generador propio, usados especialmente en laboratorios

1.3.1.4 Bomba de vacío

Dispositivo mecánico que permite generar vacíos dentro de la cámara, característica indispensable para realizar una óptima esterilización.

1.3.1.5 Sensores (presión y temperatura)

Dispositivos electrónicos colocados en diferentes partes de la cámara que permiten obtener información de temperatura y presión dentro de la cámara para lograr realizar un control total del proceso de esterilización.

1.3.2 FACTORES DE ESTERILIZACIÓN

1.3.2.1 Lavado y Secado

Para asegurar una correcta esterilización en un textil o instrumental médico, el lavado y secado es el primer paso, si no se lavan los restos orgánicos pueden

dificultar cualquier método de esterilización. El proceso de un correcto lavado se lo hace de la siguiente manera:

- El lavado se lo debe realizar en una solución de agua y detergente con la ayuda de un cepillo apropiado para el instrumental, con el objetivo de retirar cualquier materia orgánica presente.
- Para retirar cualquier resto de jabón o detergente se debe realizar el aclarado que consiste en someter al instrumental a un chorro de agua destilada a presión, si quedara algún resto de jabón podría endurecer la articulación en el caso de los instrumentales que los posean.
- El secado se lo debe hacer de una manera minuciosa con el objetivo de que el instrumental no se endurezca en sus articulaciones y se deba utilizar lubricantes, ya que estos dificultan el paso del vapor por todos los resquicios del instrumental.

1.3.2.2 Temperatura

“Una temperatura comprendida entre 108°C y 143°C es suficiente para garantizar la esterilización, de donde las temperaturas comunes o estandarizadas son de 120°C a 135°C, estos rangos de temperaturas son usados en función de la resistencia de los materiales y productos a esterilizar. Con temperaturas menores a 108°C necesitan demasiado tiempo de exposición lo que provoca un proceso demasiado lento, en cambio temperaturas superiores a 143°C no son prácticas.”*[1]

¹ Departamento de Estudios de Antonio Matachana S.A., “principios básicos para la introducción en la esterilización a vapor.” Barcelona España. 2002. PAG. 53

La temperatura varía de acuerdo a la cantidad de vapor que se le permita ingresar al esterilizador, por lo cual su presión interna cambia permitiendo la optimización del proceso de esterilización, en este caso es conveniente tener un cuadro de equivalencias temperatura-presión como se muestra en la Tabla 1.1.

TEMPERATURA °C	PRESIÓN RELATIVA (BAR)
120 °C	1 BAR
121 °C	1,038 BAR
123 °C	1,168 BAR
127.6 °C	1,5 BAR
132 °C	1,85 BAR
134 °C	2,02 BAR
135 °C	2,2 BAR

Tabla 1.1 Equivalencias Grados Centígrados – Bar [1]

1.3.2.3 Tiempo

“El tiempo de exposición al que deben ser sometidos los materiales contaminados dependen de factores como: resistencia de los microorganismos, la temperatura de esterilización, forma, tamaño, y colocación de los paquetes (material a esterilizar) en el esterilizador. A mayor temperatura el tiempo de esterilización es menor, pero a más de 143°C el tiempo ya no puede disminuir por seguridad en el proceso; además, las presiones que debe soportar el esterilizador son demasiadas altas.

En general, a temperaturas de 121°C y por un tiempo controlado de 5 a 10 minutos de contacto directo entre el vapor-germen, es suficiente para garantizar la esterilización total.” [1]*

1.3.2.4 Resistencia de los microorganismos

En la mayoría de casos las especies presentes en los productos a esterilizar son desconocidas, por tanto deberá tomarse en cuenta las características correspondientes a los gérmenes más resistentes. La sensibilidad a los tratamientos térmicos de los diferentes tipos de microorganismos es distinta, por ejemplo las células vegetativas las más sensibles y las esporas son la formas más termo resistentes. La capacidad termo-resistiva de un microorganismo tiene como objetivo conocer, después de haber sometido a un número conocido de esporas a una temperatura constante y a un tiempo definido, cuantos microorganismos son los supervivientes.

En la termo resistencia de los microorganismos se manejan dos variables específicas de cada microorganismo *D* y *Z*, definiéndose de la siguiente manera:

- *D*: “es la variable tiempo medido en minutos a una temperatura determinada, necesario para que la población de microorganismos viables se reduzca a la décima parte, es decir, *D* consiste en el tiempo necesario para eliminar el 90% de la población inicial. En la figura 1.3 se representa un ejemplo del valor *D* o conocida también como la gráfica de supervivencia de los microorganismos.” [†10]

¹ Departamento de Estudios de Antonio Matachana S.A., “principios básicos para la introducción en la esterilización a vapor.” Barcelona España. 2002. PAG. 53
[10] Tratamientos térmicos.

http://www.unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes_Finales_Investigacion/Enero2012/IF_ENERO%202012/IF_CACERES_PAREDES_FIPA/Informe_final_Investigacion_Proyecto_2011.pdf

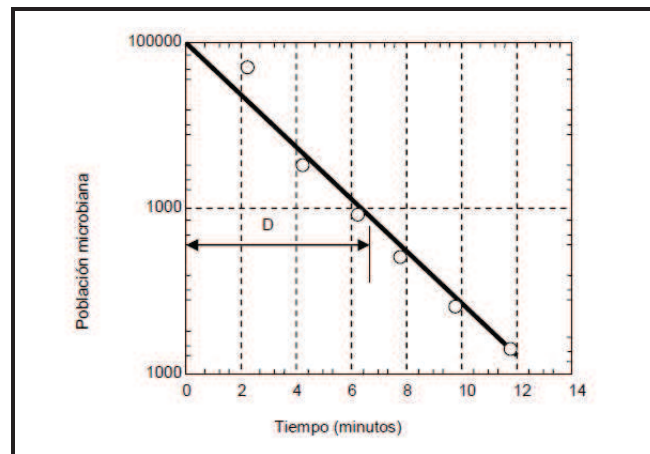


Figura 1.3 Representación del Valor D – Grafica de Supervivencia

- Z: “representa la cantidad de grados centígrados que es necesario elevar la temperatura de esterilización para reducir el valor de D de un determinado microorganismo a la décima parte. Por ejemplo $Z=10$ entonces si aumentamos la temperatura en 10°C se reduce el tiempo de esterilización a 10 veces.” [^{*} 10]

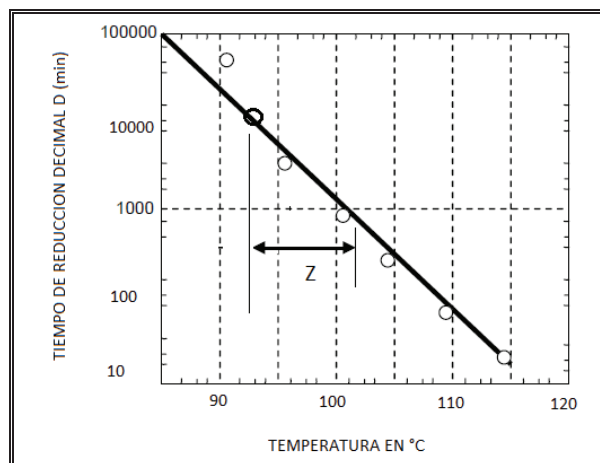


Figura 1.4 Representación del Valor Z – Grafica de Equivalencia Letal.

[10]Tratamientos térmicos.

http://www.unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes_Finales_Investigacion/Enero2012/IF_ENERO%202012/IF_CACERES_PAREDES_FIPA/Informe_final_Investigacion_Proyecto_2011.pdf

En conclusión se puede deducir que a mayor sea la temperatura en el proceso, menor es el valor decimal D, es decir, menor es el tiempo para conseguir la destrucción del 90 % de la contaminación inicial.

En la Tabla 1.2 se muestra los valores D y Z para microorganismos más resistentes a las altas temperaturas.

VALORES D Y Z			
ORGANISMO	TEMPERATURA (°C)	D en seg.	Z en ° C
BACILLUS STERATOTERMOPHILUS	121	186	7
BACILLUS SUBTILIS	121	21,9	8,8
CLOSTRIDIUM BOTULIMUN	121	19,2	10,8
CLOSTRIDIUM THERMOSACCHAROLYTICUM	132	4,4	6,5
DESULFOTOMACULUM NIGRIFICANS	121	1,5	3,6

Tabla 1.2 Valores D y Z para microorganismos termoresistentes [2]*

Por la teoría expresada en los valores D y Z, la esterilización, eliminación completa de toda forma de vida microbiana, nunca podrá ser lograda si a una temperatura determinada muere el mismo porcentaje de microorganismos cada minuto. Si partimos con una carga de 1 millón de microorganismos y cada minuto se reduce el 90% de ellos, significa que cada minuto se produce la reducción de un

[2] Tratamiento térmico en la industria. www.hrs-heatexchangers.com/es/recursos/tratamiento-termico-en-la-industria-alimentaria.aspx

logaritmo. Aun extendiendo el tiempo de esterilización, el momento que quede 1 sobreviviente, siempre habrá la probabilidad que permanezca viva una fracción de la carga.

En la Figura 1.5 se muestra el efecto del tiempo de exposición en función de la temperatura en la destrucción de esporas de *B (Stearotherophilus)* y en la Tabla 1.3 los valores de microorganismos sobrevivientes a tiempos determinados.

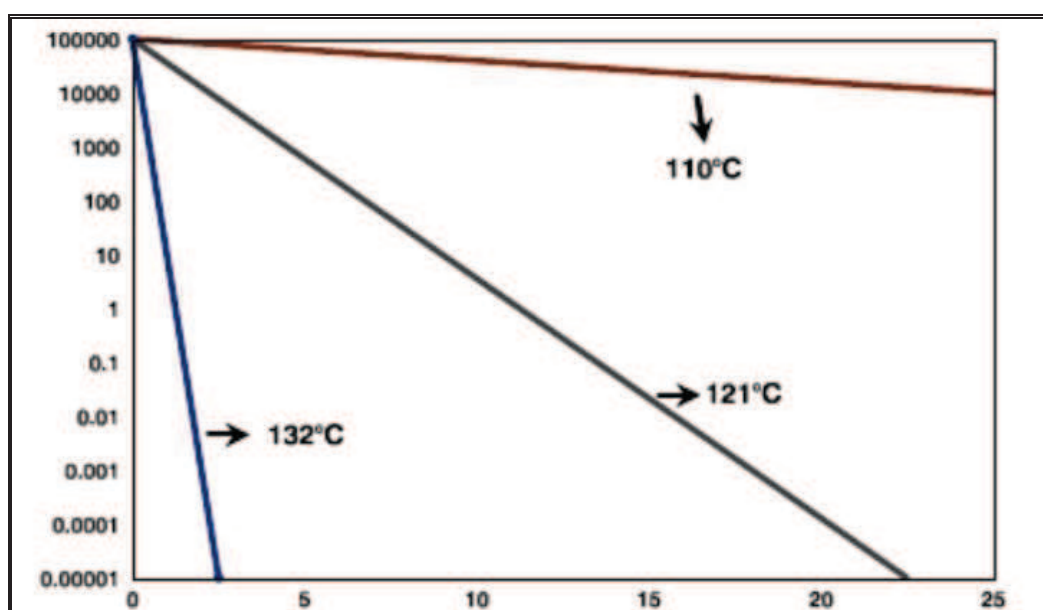


Figura 1.5 Efecto del tiempo de exposición y la temperatura en la destrucción de esporas de *B Stearotherophilus* [8].*

Tiempo(min)	Bacterias vivas	Bacterias Sobrevivientes/muertas
0	1.000.000	10 ⁶ sobrevivientes 0 muertos
1		-900.000
	100.000	10 ⁵ sobrevivientes
2		-90.000

[8] Manual de Esterilización y Desinfección. Ministerio de Salud Chile. Noviembre 2001.

<http://es.scribd.com/doc/18677077/Manual-Esterilizacion-MINSAL>

	10.000	10 ⁴ sobrevivientes
3	-9.000	Muertos
	1.000	10 ³ sobrevivientes
4		-900
	100	10 ² sobrevivientes
5	-90	Muertos
	10	10 ¹ sobrevivientes
6	-9	Muertos
	1	10 ⁰ sobrevivientes
7	-0.9	Muertos
	0.1	10 ⁻¹ sobrevivientes
8	-0.09	Muertos
	0.01	10 ⁻² sobrevivientes
9	-0.009	Muertos
	0.001	10 ⁻³ sobrevivientes
10	-0.0009	Muertos
	0.0001	10 ⁻⁴ sobrevivientes
11	-0.00009	Muertos
	0.00001	10 ⁻⁵ sobrevivientes
12	-0.000009	Muertos
	0.000001	10 ⁻⁶ sobrevivientes

Tabla 1.3 Efecto del tiempo de exposición y la temperatura en la destrucción de esporas de *B. Stearothermophilus* [8]

En teoría, ningún método de esterilización garantiza la destrucción total de microorganismos, por lo que según la FDA (Federal Drug Administration), agencia reguladora americana, exige que los métodos de esterilización deben documentar que es menor a una en un millón la probabilidad de encontrar un elemento no estéril. Esto se conoce como SAL (“Sterility Assurance Level”) de 10⁻⁶. En la actualidad, este indicador es el utilizado para definir que un artículo está estéril.

“En términos prácticos SAL expresa la probabilidad de encontrar un artículo no estéril, en un conjunto de artículos sometidos a este proceso*.” [8]

⁸ Manual de Esterilización y Desinfección. Ministerio de Salud Chile. Noviembre 2001.
<http://es.scribd.com/doc/18677077/Manual-Esterilizacion-MINSAL>

1.3.2.5 Tamaño y forma de los paquetes

Los paquetes consisten en la envoltura donde se colocan los instrumentales médicos, que normalmente se los hace con fundas de tela, toallas o ropa de uso hospitalario.

Para los esterilizadores se necesita que el vapor llegue a todos los puntos, por tanto mientras más esféricos y grandes sean los paquetes más tiempo necesitará para la esterilización debido a que el vapor tendrá mayor dificultad en llegar al centro y el aire tardará más tiempo en salir.

1.3.2.6 Colocación en el esterilizador

La colocación es un factor muy importante en el proceso de esterilización, mientras más holgada sea la colocación menor será el tiempo de esterilización, esto se debe a que el vapor tendrá un camino más fácil por donde circular y llegar a todos los puntos de los materiales a esterilizar, por lo tanto para realizar un óptimo proceso no se debe sobrepasar un 75% de la capacidad de carga.

1.3.3 PROCESO DE ESTERILIZACIÓN PARA INSTRUMENTAL MEDICO SEGÚN ESTERILIZADORES COMERCIALES.

Todos los procesos de esterilización por vapor saturado son básicamente similares, consiste en someter al producto a una determinada temperatura durante un tiempo específico teniendo en cuenta que el aire y el vapor son inmiscibles por lo que es preciso que previamente sea eliminado el aire del interior del esterilizador, del interior de los paquetes y que estos salgan secos y fríos.

Las etapas de todo Proceso de Esterilización utilizando vapor es similar entre fabricantes de estos equipos, por ejemplo a nivel Europeo es común el manejo de variables de presión, temperatura y tiempo como se observa en la Figura 1.6, mientras que a nivel americano el proceso se puede dar como se muestra en la figura 1.7.

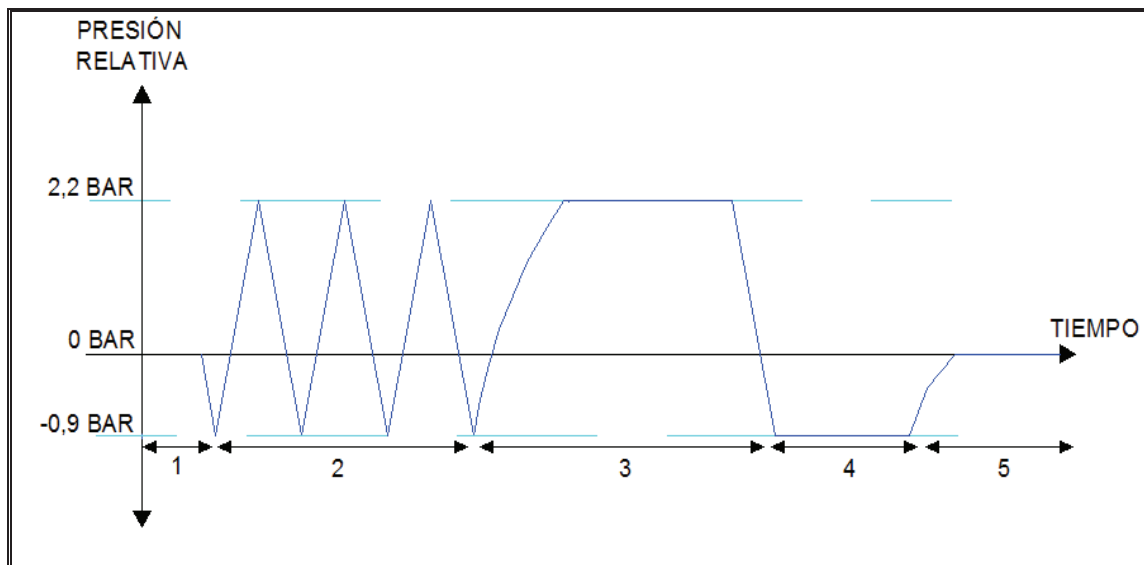


Figura 1.6 Proceso de esterilización a nivel Europeo. * [1]

Este proceso de esterilización maneja 5 etapas:

ETAPA 1 - INICIO: son condiciones necesarias para empezar el funcionamiento del esterilizador de manera segura y sin riesgo para el operador ni los elementos a esterilizar.

ETAPA 2 - PREPARACIÓN : para la extracción del aire de la cámara y del producto, primer precalentamiento del producto. Consta de tres series de entradas de vapor a cámara (Inyección de vapor), seguidas de vacíos (Pre

* 1 Departamento de Estudios de Antonio Matachana S.A., "principios básicos para la introducción en la esterilización a vapor." Barcelona España. 2002. PAG. 61

vacío). Cada entrada de vapor permite la mezcla del vapor con el nuevo aire residual y permitiendo así completar las fases de vacíos fraccionados.

ETAPA 3 - ESTERILIZACIÓN: entrada de vapor en cámara hasta alcanzar la temperatura de esterilización, se mantiene la temperatura durante el tiempo correspondiente.

ETAPA 4 - SECADO: el vapor de la cámara es desalojado mediante vacío, se mantiene el sistema de vacío funcionando, con vapor en la recámara, para obtener seco el producto esterilizado.

ETAPA 5 - IGUALACIÓN: entrada de aire atmosférico a la cámara, a través de un filtro absoluto, para nivelar la presión de la cámara con la atmósfera.

El proceso está definido por los siguientes parámetros críticos:

- **Temperatura de esterilización:** 134 °C temperatura a la que se mantiene la cámara durante la fase de esterilización.
- **Tiempo de esterilización:** 5 Minutos, tiempo de exposición de producto o de la cámara a la temperatura de esterilización. Es la duración de la fase de esterilización.
- **Tiempo de secado:** 15 Minutos, durante el que se mantiene el vacío en la cámara y vapor en la recámara, para conseguir un perfecto secado en el producto, una vez que la presión a descendido por debajo de los 0,1 bar absolutos.

El Proceso de Esterilización a nivel Americano se divide en 5 etapas los mismo que se pueden observar en la Figura 1.7

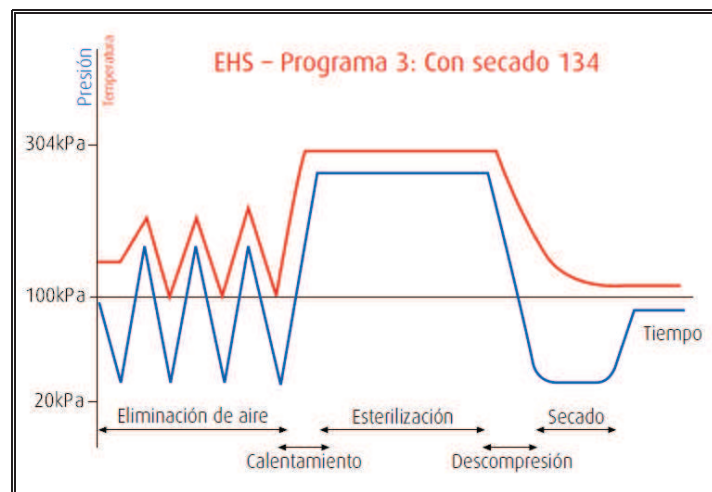


Figura 1.7 Curva de Esterilización a nivel Americano [3]^{*}

ETAPA 1- ELIMINACIÓN DE AIRE: se elimina el aire de la cámara a través de una bomba de pre-vacío, seguido por la introducción de un pulso de vapor. Se repite este proceso de 1 a 4 veces. La proporción de aire disminuye con cada ciclo de vacío y pulsación de vapor, logrando de esta forma, eliminar el aire totalmente y haciendo con mayor eficacia y rapidez que el vapor penetre en toda la carga.

ETAPA 2-CALENTAMIENTO: ingreso de vapor a la cámara hasta alcanzar la temperatura deseada de esterilización.

ETAPA 3-ESTERILIZACIÓN: una vez alcanzada la temperatura de esterilización, se la mantiene durante un tiempo programado en el equipo.

ETAPA 4- DESCOMPRESIÓN: se elimina el vapor de la cámara, sometiendo a los instrumentales a un vacío.

³ Autoclaves de mesa Con post y pre Vacío. <http://www.tuttnauer.com/sites/default/files/Table-Top-Pre-Post-Vacuum-Autoclave-Spanish.pdf>

ETAPA 5 – SECADO: se mantiene a los instrumentos en vacío, a través de un filtro de aire libre de bacterias, se introduce aire seco al interior de la cámara para las etapas de secado final y ruptura del vacío.

El proceso está definido por los siguientes parámetros críticos:

- **Temperatura de esterilización:** 134 °C, temperatura a la que se mantiene la cámara durante la etapa de esterilización.
- **Tiempo de esterilización:** 8 Minutos, tiempo de exposición de producto o de la cámara a la temperatura de esterilización. Es la duración de la fase de esterilización.
- **Tiempo de secado:** 20 Minutos, durante el que se mantiene el vacío en la cámara y vapor en la recámara, para conseguir un perfecto secado en el producto, una vez que la presión ha descendido por debajo de los 20 kPa.

Todos los fabricantes de esterilizadores tienen un concepto general del proceso, por lo tanto el manejo de variables como presión y temperatura son similares en todas sus etapas. Como concepto general los fabricantes de esterilizadores buscan los siguientes objetivos respecto a las variables que se manejan:

- Aislar en una cámara sellada el material estéril del ambiente.
- Eliminar el aire interno que está en contacto con el material contaminado.
- Incrementar la temperatura y presión en la cámara sellada mediante el vapor a un valor determinado.
- Mantener al material no estéril a alta temperatura y presión por un tiempo determinado.
- Generar una presión negativa de tal forma que se elimine el aire y los materiales puedan enfriarse.

1.4 INDICADORES DEL PROCESO DE ESTERILIZACIÓN

Para poder asegurar que el proceso de esterilización ha sido efectivo, todo proceso debe ser monitoreado. Para ello se puede utilizar indicadores físicos, químicos y/o biológicos, mismos que deben ser colocados en cada carga del proceso de esterilización.

1.4.1 INDICADORES FÍSICOS

Son dispositivos de medida, los cuales se encuentran incorporados al esterilizador, entre estos tenemos: termómetros, manómetros de presión, válvulas, sensores de carga, sistemas de registro de parámetros, entre otros.

Permiten verificar de manera visual si el equipo ha alcanzado los parámetros exigidos para la esterilización, caso contrario muestra valores diferentes a causa de la existencia de factores externos o internos que afectan el proceso, como son: la presencia de materia orgánica, el tamaño de la carga, mala envoltura, fugas en las tuberías, etc. Los monitores físicos deben ser periódicamente calibrados para garantizar que la información proporcionada, son de gran utilidad pero a la vez no suficientes como indicadores de esterilización.

1.4.2 INDICADORES QUÍMICOS

“Un alto porcentaje de estos indicadores son cintas adhesivas que se adhieren al material a esterilizar. Estas cintas están impregnadas con una sustancia termoquímica que cambia de color cuando el material ha sido sometido a una temperatura determinada en el proceso de esterilización. Este tipo de cintas no son completamente confiables debido a que muchas veces sólo indican que se llegó a la temperatura deseada, pero no indican por cuanto tiempo ésta se mantuvo. En el mercado existen cintas diseñadas de manera que el cambio de

color es progresivo, estas cintas son más confiables ya que permiten estimar si el tiempo de esterilización fue el adecuado.” [11*]

1.4.2.1 Indicadores de proceso - cinta adhesiva - CLASE I.

“Son cintas adhesivas impregnadas con tinta termoquímica que cambia de color cuando es expuesta a una temperatura determinada. Tienen como finalidad demostrar que el paquete o artículo fue expuesto al proceso de esterilización y distinguir entre artículos procesados y no procesados.” [11]

Estos indicadores son sensibles a los parámetros de distintos métodos de esterilización: temperatura, vapor saturado, y tiempo; primordialmente se basan en reacciones químicas. Se presentan como tiras de papel impresos con tinta y otros reactivos no tóxicos, cuando se cumplen los requisitos establecidos para la esterilización entonces estos cambian de color. Es de suma importancia mencionar que los indicadores cambian de aspecto o color si se cumple uno solo de los elementos, como por ejemplo: cambio de la temperatura y no necesariamente los tres elementos, mencionados anteriormente, a la vez.

Estos indicadores pueden ser externos o internos. Los indicadores externos, muestran que el proceso de esterilización ha sido sometido a un control, sin llevar con ellos implícitamente la eficacia del procedimiento realizado. Los indicadores internos se colocan en el interior de los paquetes (carga), siendo la proporción de información inmediata de los resultados su principal función, sin embargo el resultado de estos controles no es una prueba determinante de que exista esterilidad.

¹¹ Manual de Desinfección y Esterilización Hospitalaria. Lima-Peru. Ministerio de salud Publica. 2002
http://www.minsa.gob.pe/pvigia/publicaciones/infecciones%20intraosp/14manual_desinfeccion_esteri_hosp.pdf

1.4.2.2 Indicador específico - Test de Bowie Dick - CLASE II.

Este es un método que sirve para evaluar la eficacia del sistema de vacío del esterilizador, la finalidad de este método consiste en demostrar que en la cámara de esterilización existe ausencia de aire u otros gases no condensados que puedan impedir en el interior de los paquetes la uniforme y rápida penetración del vapor.

Para el Test Bowie Dick es necesario preparar un paquete de prueba que estará formado por toallas o paños de algodón puro con un peso aproximado de 6.5 Kg, la medida final después de realizar los respectivos dobleces serán de 22 x 30 x 25 cm. Se colocará una hoja de Test Bowie-Dick en el centro del paquete de prueba. Este paquete se colocará en la parte inferior de la cámara y se realizará con tiempo de exposición entre 3.5 a 4 minutos un ciclo de 134° C. Una vez realizado este proceso el paquete puede ser retirado y puede interpretar los resultados que muestre la hoja de prueba.

Si el indicador Bowie Dick cambia su tonalidad en toda su extensión y de manera uniforme, entonces se tendrá una prueba correcta. Mientras que, si se manifiesta la aparición de manchas o zonas de distinto color o densidad o posiblemente un color más tenue que el indicado por el fabricante, se tratará entonces de una prueba incorrecta.

Si el test indicara una esterilización incorrecta el proceso entonces deberá ser repetido, si esto vuelve a pasar, es importante solicitar asistencia técnica a mantenimiento e inmediatamente debe interrumpirse la operación del equipo para que se haga una revisión de general del mismo. Se volverá a tomar el test para corroborar el correcto funcionamiento después de la revisión.

1.4.2.3 Indicador de parámetro simple - CLASE III.

Este nos muestra un solo parámetro. Para la Clase III, solo indica que la carga (paquete) estuvo expuesta a una temperatura determinada. Por la simplicidad de estos indicadores en nuestro medio ya están entrando en desuso.

1.4.2.4 Indicador multi-paramétrico - CLASE IV.

Permite interpretar el comportamiento de dos parámetros: el tiempo y la temperatura del proceso de esterilización. El indicador clase IV se presenta como una tira de papel impregnado con tinta termocrómica, la misma que cuando ha sido expuesta a una temperatura determinada por un tiempo definido, entonces cambia de color.

1.4.2.5 Indicador integrador - CLASE V.

Es un tipo de indicador que en el proceso de esterilización dentro de un intervalo específico, reacciona ante todos los parámetros críticos: tiempo, calidad del vapor y temperatura. Este tipo de indicadores, comparados con los de clase IV son mucho más precisos y deben ser utilizados dentro de cada paquete como indicador interno.

1.4.2.6 Simuladores indicadores de verificación de ciclos CLASE VI

Usualmente conocidos como indicadores de simulación, se encuentran diseñados para que dentro de un intervalo específico de ciclos de esterilización también específicos, reaccionen a todos los parámetros críticos. Cuando el 95% del ciclo específico ha concluido entonces empieza su funcionamiento. La lectura y desempeño de estos indicadores es similar a la de los indicadores clase V.

1.4.3 INDICADORES BIOLÓGICOS

Estos indicadores son compuestos que contienen un número determinado de microorganismos de alta resistencia a la esterilización, que al ser sometidos a un ciclo determinado, indican si este proceso se ha desarrollado satisfactoriamente.

En la actualidad los indicadores biológicos son el único medio disponible para determinar la efectividad de la esterilización o para asegurar que el paquete se encuentra estéril. Se diseñan estos indicadores de tal manera que sea fácil la lectura e interpretación del resultado. Se deben introducir los indicadores al interior de los paquetes más grandes y más pesados de la carga y justamente en el punto medio de la misma. El tiempo de espera por los resultados es la única desventaja de estos indicadores, debido a que la lectura se realiza a partir de las 12 primeras horas y con un máximo de 72 horas.

“En 1996, Rutala clasificó los indicadores biológicos de acuerdo al orden de crecimiento, velocidad y rapidez de aparición de resultados.

- Primera generación: diseñados de forma muy simple como tiras de papel con esporas. Para observar el resultado de debía esperar de 2 a 7 días.
- Segunda generación: Son ampollas con contenido seco de esporas, en la cual la lectura final se realiza a las 48 horas. Cuentan con una incubadora portátil. Estos indicadores no están disponibles para el calor seco.
- Tercera generación: Son indicadores biológicos de lectura rápida. En la actualidad, se ha diseñado un nuevo indicador biológico basado en la detección de una enzima asociada a las esporas de los microorganismos.”

[11*]

¹¹ Manual de Desinfección y Esterilización Hospitalaria. Lima-Perú. Ministerio de salud Pública. 2002

http://www.minsa.gob.pe/pvigia/publicaciones/infecciones%20intrahosp/14manual_desinfeccion_esteri_hosp.pdf

CAPÍTULO II

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL HARDWARE

Partiendo de las variables físicas que se deben controlar en el proceso de esterilización, se requiere de distintos componentes, tanto mecánicos como electrónicos y su mutua interacción en el proceso. Con el objetivo de cumplir una esterilización total, los actuadores y dispositivos de control deben tener características especiales para este proceso, por ejemplo trabajar en altas temperaturas y en determinados rangos de presión.

El diseño e instalación de los elementos mecánicos del esterilizador fue realizado por el personal técnico de la empresa Gonzalo Guerra M., y el aporte del presente proyecto de titulación fue la asesoría en la selección de los equipos eléctricos y electrónicos.

En la Figura 2.1 podemos observar el esquema general del hardware utilizado en el esterilizador de vapor.

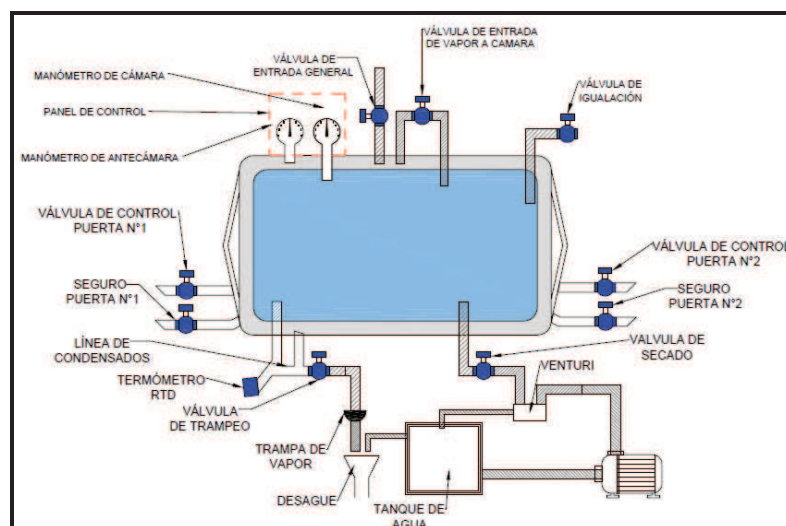


Figura 2.1. Diagrama general del hardware del esterilizador de vapor

En este sistema de esterilización los elementos principales son: bomba de vacío, electroválvulas neumáticas, presóstatos, sensor de temperatura, manómetros y sistema de control. Todos estos dispositivos fueron analizados técnica y económicamente por la empresa “Gonzalo Guerra M”, a fin de obtener un equipo seguro, eficiente y de costos razonables según el presupuesto asignado para este proyecto.

En la Figura 2.2 a) se muestra la vista frontal del esterilizador, donde podemos observar el panel de control principal y la Puerta N° 1; y en la Figura 2.2 b) se muestra la vista posterior, donde se encuentra la puerta N°2 y el panel de control posterior.



Figura 2.2 a) Vista frontal



Figura 2.2 b) Vista posterior.

Por la puerta N°1 ingresarán los materiales contaminados o no estériles y por la puerta N° 2 se sacaran los materiales estériles para su posterior almacenamiento.

Para un mejor entendimiento de cómo está constituido el esterilizador a vapor se revisará cada uno de los elementos utilizados en la construcción del mismo.

2.1 CÁMARA Y ANTECÁMARA

La cámara consiste en un cuerpo metálico capaz de soportar las altas temperaturas y altas presiones. Dentro de la cámara se introduce los objetos que se desea esterilizar por lo tanto es el espacio donde harán contacto el vapor con el instrumental no estéril.

La antecámara es una envolvente metálica que cubre a la cámara, en cuyo espacio de separación de los dos cuerpos es donde circula en primera instancia el vapor que llega de la acometida principal, desde aquí pasa el vapor a la cámara, de esta manera se garantiza que el vapor ingresa a un lugar caliente y no se forme condensado.

La cámara tiene unas dimensiones internas de 750x600x1150 (HxWxD) mm, permitiendo un volumen útil de 0,5 m³, tal como se muestra en la Figura 2.3.

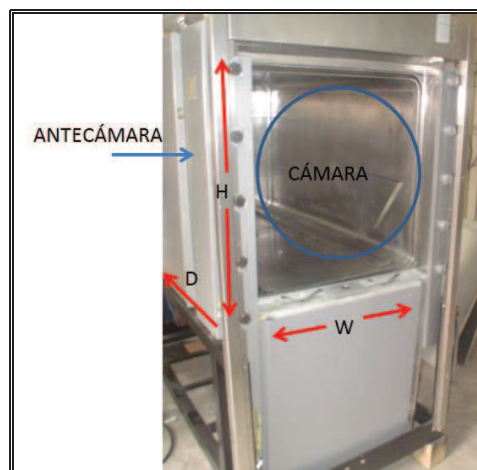


FIGURA 2.3 Dimensiones de la Cámara del Esterilizador

2.2 ACCIONAMIENTO Y SEGURIDAD DE LAS PUERTAS

La puerta es un elemento de mucha importancia en el esterilizador, ya que a través de la misma se pueden dar fugas de vapor causando daños físicos al operador, por lo tanto aparte de su mecanismo de cierre y apertura ésta posee un seguro externo.

En la Figura 2.4 se muestra el cilindro neumático que permite abrir y cerrar la puerta y en la parte posterior del mismo se encuentra el seguro de puerta.

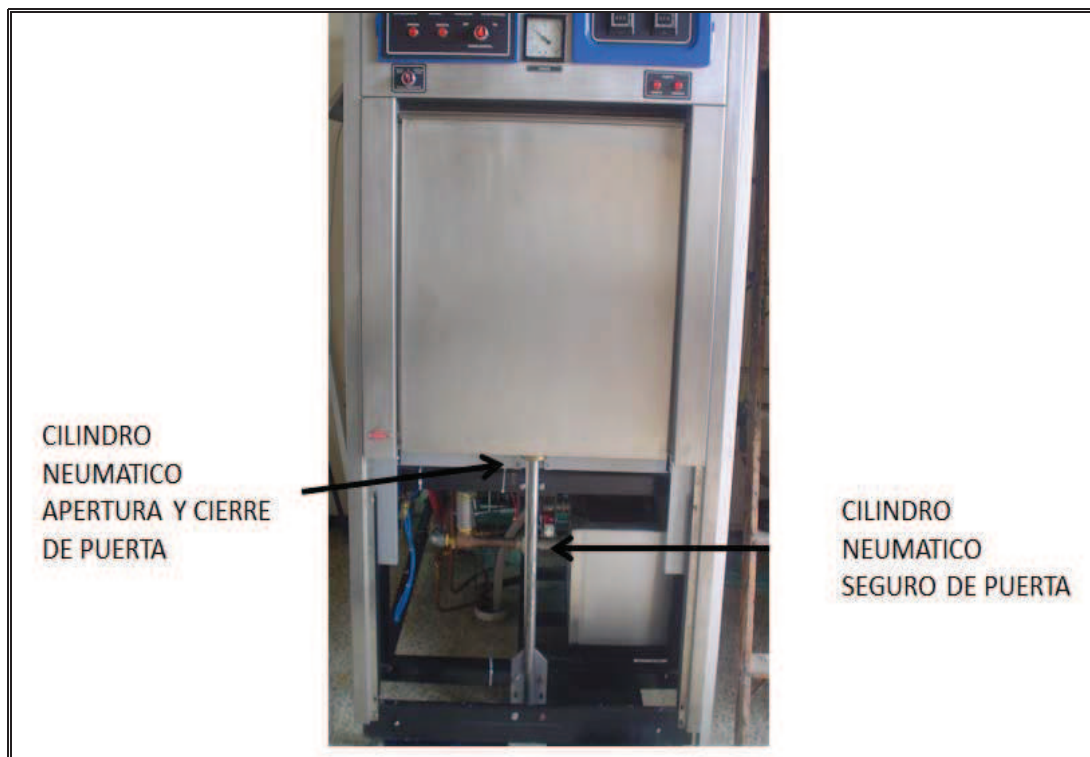


Figura 2.4 Vista Frontal - Control de apertura y cierre de Puerta.

Para la apertura y cierre de la puerta, y su seguro externo, se utilizaron cilindros neumáticos de simple efecto comandados por electroválvulas.

Para abrir la puerta el cilindro neumático, comandado por su respectiva válvula, extiende su pistón a lo largo de toda su carrera para mover la puerta de arriba hacia abajo; y para cerrarla, el vástago regresa a su posición inicial.

El seguro externo de la puerta consiste en extender el pistón del cilindro neumático por debajo de la puerta, al momento ésta está cerrada, y cuando se requiere abrir primero se recoge el pistón y luego se activa la solenoide de control de apertura de puerta.

En la Figura 2.5 se muestra una vista lateral del mecanismo de apertura, cierre y seguro externo de la puerta frontal y posterior.

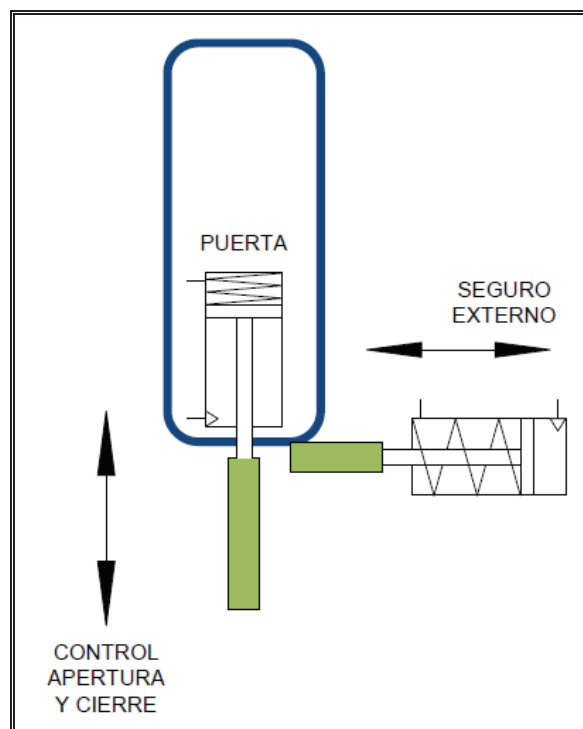


Figura 2.5 Mecanismo de apertura, cierre y seguro externo de puerta frontal y posterior

2.2.1 CILINDROS NEUMÁTICOS

Todos los cilindros neumáticos utilizados para la apertura y cierre, y seguro de las puertas, son de simple efecto, como el ilustrado en la figura 2.6.



Figura 2.6 Posición inicial del vástago y Posición de trabajo.

En la tabla 2.1 se muestra las características principales de los cilindros neumáticos utilizados en los mecanismos de las puertas del esterilizador.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES CILINDRO NEUMÁTICO PARKER	
Función:	Simple efecto
Ø interno:	25 mm
Ø vástago:	24 mm
Ø cilindro:	60 mm
Longitud de carrera:	500 mm
Presión Máxima:	6 bar
Modelo:	P1A-S025TS

Tabla 2.1 Características principales de los cilindros neumáticos.

2.2.2 ELECTROVÁLVULAS SOLENOIDES 3/2

Para el comando de los cilindros neumaticos de simple efecto, se utilizan valvulas direccionales 3/2 de accionamiento electrico, como los ilustrados en la Figura 2.7



Figura 2.7 Electrovalvulas de control de puerta y seguro externo.

En la tabla 2.2 se muestra las caracteriticas principales de las electroválvulas que comandan los cilindros neumaticos.

CARACTERÍSTICAS ELECTROVÁLVULAS	
Marca/modelo:	Burkert / 312-c
Presión :	0-10 BAR
Conexiones:	½" – 4"
Temperatura ambiente:	Max 55°C
Número de Vías:	3
Número de Posiciones:	2
Voltaje de alimentación:	127 Vac ±10%

Tabla 2.2 Características electroválvulas

2.3 ELECTROVÁLVULAS 3/2

Para el comando de las válvulas de ingreso de vapor general, válvula de ingreso de vapor a cámara y la válvula de ingreso de vapor a los empaques (instaladas en la parte superior del esterilizador), válvula de secado y válvula de trampeo (instaladas en la parte inferior del esterilizador), se utilizan válvulas neumáticas direccionales 3/2 de accionamiento eléctrico como se muestra en la Figura 2.8.



Figura 2.8 Electroválvulas ubicadas sobre la cámara

2.3.1 CARACTERÍSTICAS DE LA ELECTROVALVULA 3/2

Las electroválvulas seleccionadas son de marca Valbia, las cuales son de uso común a nivel industrial, además presentan diferentes características necesarias para el esterilizador como temperatura y presión de operación. En la tabla 2.3 se describen las características principales.

ELECTROVÁLVULAS “VALBIA”	
PRESIÓN DE AIRE DE ALIMENTACIÓN	8 BAR
CONEXIONES	½” – 4”
TEMPERATURA MINIMA	-20°C
TEMPERATURA MAXIMA	+160°C
KV: coeficiente de flujo en m³/h en presión diferencial de 100KPa	16.3 – 265
Número de Vías	3
Número de Posiciones	2
Voltaje de alimentación	127 Vac ± 15%

Tabla 2.3 características solenoide Valbia

2.4 MEDICIÓN DE PRESIÓN

Para la medición de presión en este proceso se necesita de dos tipos de instrumentos como son presóstatos y manómetros. Ambos miden presión, con la diferencia que el primero emite una señal electromecánica como es la activación de un switch o contacto; y el segundo permite la visualización del valor instantáneo de la variable.

2.4.1 PRESÓSTATOS DE CONTROL

Los sensores presión de vapor permiten realizar una operación segura del esterilizador en sus diferentes etapas del proceso, para el desarrollo de este proyecto se necesitan tres medidas de presión, por lo cual se utilizaron uno para presión alta, presión bajo cero y presión cero. Estos presóstatos se encuentran ubicados en la parte superior de la cámara. Los presóstatos utilizados son LA404A de la marca Honney Well que se muestra en la Figura 2.9



Figura 2.9 Presóstato LA404A

Este presóstato posee las siguientes características eléctricas y mecánicas:

- Tiene dos tornillos de ajuste para parametrizar tanto la presión principal como la diferencial.
- Los rangos de calibración se encuentran desde 10 hasta 150 Psig.
- El rango de calibración de la presión diferencial es de 0 a 16 psi.
- Puede ser usado con vapor de agua, aire y gases que no sean de combustibles o fluidos no corrosivos.
- Las platinas indicadoras tienen marcada las unidades tanto en psi como en kg/cm^2 .

En el interior del presóstato existe un bulbo que tiene un movimiento de sube y baja, que actúa de acuerdo a las presiones en el interior de la cámara del esterilizador. Cambia el estado del contacto interno del presóstato en función de la presión medida y ajustada.

2.4.2 MANÓMETROS.

Los manómetros son los instrumentos utilizados en equipos o sistemas para medir la presión de fluidos: líquidos y gases. Usualmente los manómetros determinan el valor de la presión relativa, aunque de ser necesario para medir presiones absolutas también se pueden construir.

Todo manómetro está construido de tal forma que tienen en su interior un elemento que cuando son sometidos a la presión, este cambia alguna propiedad, este efecto se refleja o manifiesta en una pantalla calibrada directamente o en una escala en las unidades de presión correspondientes.

Los manómetros más comunes son:

- Manómetros de tubo en U
- Manómetros de fuelle
- Manómetros de Bourdon

Para este proyecto se utilizaron manómetros de tubo de Bourdon, estos poseen un tubo metálico aplanado, elástico y curvado en forma especial tal y como se muestra en la Figura 2.10 en rojo.

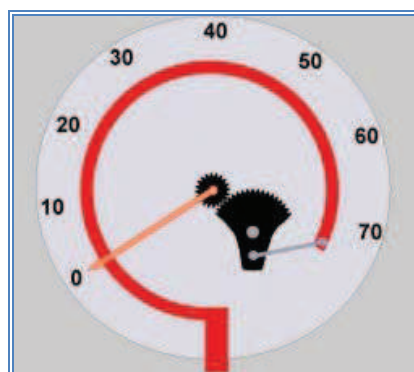


Figura 2.10 Manómetro tipo tubo bourdon

Este tubo conocido como “Tubo Bourdon”, cuando en su interior actúa una presión tiende a enderezarse, es cuando el extremo libre del tubo se desplaza y esto ocasiona el movimiento de un juego de engranajes y palancas que lo transforman en un desplazamiento amplificado de una aguja la cual indica en la escala directamente el valor de la presión.

Los manómetros tanto de la cámara y la antecámara están montados sobre la puerta frontal como se muestra en la figura 2.11



Figura 2.11 Manómetros de Cámara y Antecámara

2.5 MEDICIÓN DE TEMPERATURA

Para la medición de temperatura se utilizó un sensor resistivo RTD y un controlador de temperatura digital.

2.5.1 SENSOR DE TEMPERATURA RTD

El sensor de temperatura incorporado es un RTD ubicado en la parte inferior de la cámara, es un sensor resistivo de modelo Pt100, el mismo que cambia su valor de

resistencia según el cambio de temperatura que mide, sus características más relevantes son:

- Construido con Platino del cual posee un coeficiente de temperatura $\alpha=0,00385$ y 100Ω a 0°C .
- Por su alto coeficiente de temperatura el instrumento es muy sensible.
- Relación lineal resistencia vs temperatura.
- Garantiza una precisión de $\pm 1 \%$ a 0°C
- Su rango de medición es de -150°C a 500°C
- Posee un blindaje metálico de acero inoxidable.

Este sensor de temperatura es muy utilizado a nivel industrial debido a su amplio rango de temperatura y por su alta precisión.

En la figura 2.12 se muestra el sensor de temperatura RTD- PT 100.



Figura 2.12 Sensor resistivo de temperatura PT100

2.5.2 CONTROLADOR DE TEMPERATURA

Este es un dispositivo electrónico utilizado para realizar el control de la temperatura en el interior de la cámara en la fase de esterilización. Es un dispositivo electrónico transductor de temperatura el cual tiene un display para mostrar la temperatura instantánea y posee pulsadores para configurar los valores de temperatura en sus respectivas unidades, decenas y centenas. Este controlador trabaja con sensores de temperatura como termocuplas y con PT100 que son resistivos. En la Tabla 2.4 se muestra las características técnicas del controlador de temperatura utilizado en este proyecto.

CAMSCO TC-72N	
VOLTAJE DE ALIMENTACIÓN	110/220 VAC 50/60 Hz
POTENCIA	5 VA
SENSOR DE TEMPERATURA	K,E,J,T - PT100
RANGO DE MEDICIÓN	0 – 400 °C
PRESICION	±1 %
SEÑAL DE TEMPERATURA	CONTACTO SECO NA/NC

Tabla 2.4 Características eléctricas Camsco TC-72N

En la Figura 2.13 a) se muestra el controlador de temperatura Camsco TC-72N, y en la Figura 2.13 b) se muestra dicho controlador montado en el panel de control.



Figura 2.13 a) Controlador de temperatura Camsco TC-72N



Figura 2.13 b) Controlador de temperatura Camsco TC-72N en panel de control

2.6 ELEMENTOS PARA GENERAR VACÍO

Se utiliza una bomba de vacío tipo Venturi para la generación de vacío dentro de la cámara, este es un equipo que permite producir en un espacio confinado mediante una corriente de agua, una presión inferior a la atmosférica (Presión de Vacío).

Este tipo de bomba se compone de un cuerpo cilíndrico hueco que junto a este posee una toma de aspiración perpendicular al eje del tubo, además de un sistema de fijación del tubo para la conexión a un grifo de agua. El cuerpo cilíndrico tiene respecto a la entrada de la toma de aspiración, una sección reducida, de esta manera se crea un vacío por efecto Venturi y es cuando el fenómeno de succión se produce. En la Figura 2.14 se muestra el principio de funcionamiento de la bomba de vacío tipo Venturi.

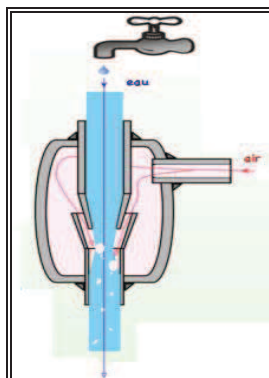


Figura 2.14 Bomba de vacío Tipo Venturi [9]^{*}

Para la producir la bomba de vacío tipo Venturi en el esterilizador se utilizaron tres elementos: bomba centrífuga, tanque de agua y tubo Venturi, como se mostró en la figura 2.1 de las partes constitutivas del esterilizador.

En este caso la bomba centrífuga toma agua del tanque y la expulsa con fuerza al tubo Venturi, la salida de agua del mismo retorna al tanque provocando una recirculación del agua. Al mezclarse el vapor con el agua en el tubo Venturi, el caudal del tanque aumenta y el exceso de agua es eliminado en el desagüe general. El tubo Venturi y el tanque de agua utilizados se muestra en la figura 2.15 a) y b) respectivamente, en la tabla 2.5 se muestra las características del tubo Venturi.

CARACTERÍSTICAS DEL TUBO VENTURI			
Material	Bronce	Presión Máxima	7 BAR
Tamaño	1/2"	Temperatura Máxima	100 °C

Tabla 2.5 Características del Tubo Venturi

⁹ Aspirador Venturi

<http://www.sabelotodo.org/quimica/aspiradorventuri.html>

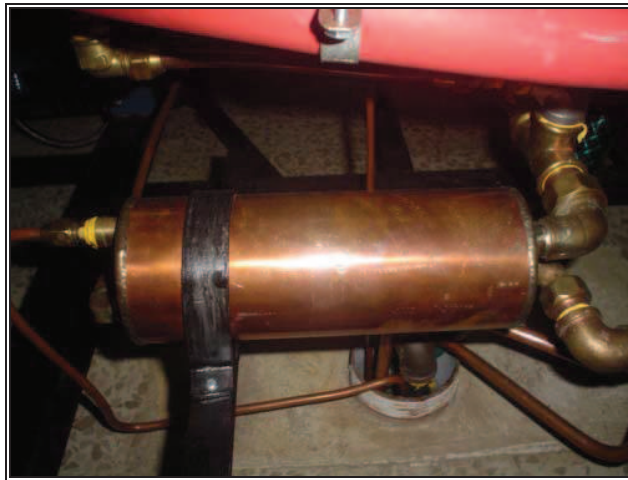


Figura 2.15 a) Tubo Venturi



Figura 2.15 b) Tanque de agua

2.6.1 BOMBA CENTRÍFUGA

Una bomba en general, es un dispositivo empleado para transferir, elevar, o comprimir gases y líquidos, dicho en otra forma, son máquinas que mantienen a

un líquido o gas en movimiento al realizar un trabajo, para de esta forma conseguir aumentar la presión o energía cinética del fluido.

Existen infinidad de formas de clasificación de bombas pero fundamentalmente se pueden dividir en dos grandes grupos:

- Bombas volumétricas o de desplazamiento positivo: dentro de este grupo se tiene a las rotativas, las alternativas y las neumáticas, a modo de síntesis se podría decir que son bombas de pistón, el funcionamiento principal se basa en recorrer un cilindro con un vástago.
- Bombas dinámicas o de energía cinética: este tipo de bombas consiste principalmente en un rodete que gira acoplado a un motor. Dentro de este grupo encontramos: las periféricas, las especiales, las regenerativas y una de las más importantes y muy utilizadas: las centrífugas.

En todos los tipos de bombas se debe emplear medidas para evitar la cavitación, este es un fenómeno donde se produce la formación de un vacío el cual decrementa el flujo y con frecuencia daña la estructura de la bomba.

La empresa Gonzalo Guerra M. posee un stock de bombas centrífugas de marca Pedrollo de 3 HP a 220Vac, en la Tabla 2.6 se puede observar más características de la bomba centrífuga.

BOMBA CENTRÍFUGA PEDROLLO	
VOLTAJE	220 Vac
CORRIENTE	9-12 Amp
PROTECCIÓN IP	54
ALTURA MAX	58 m

Wmax	2300
Hz	60
HP	3

Tabla 2.6 Características de la bomba centrífuga Pedrollo

En la figura 2.16 se muestra la Bomba Centrífuga instalada en la parte inferior de la cámara del esterilizador.



Figura 2.16 Bomba Centrífuga de marca Pedrollo.

2.6.2 DIMENSIONAMIENTO DE LAS PROTECCIONES DE LA BOMBA

Para el dimensionamiento de las protecciones en la bomba se toma la corriente a plena carga del motor $I_{pc} = 9$ Amp, dato clave para el dimensionamiento de las protecciones.

- Sección del alimentador:

$I_{pc} = 9$ Amp (dato de placa)

$I_{\text{CONDUCTOR}}: 1,25 \times I_{pc}$

$I_{\text{CONDUCTOR}}: 1,25 \times 9 = 11,5 \text{ Amp.}$

Conductor: 14 Flexible THW (16 Amp)

- Protección de cortocircuito:

Letra clave del motor: F

$I_{\text{disyuntor}}: 2,5 \times I_{pc}$

$I_{\text{disyuntor}}: 2,5 \times 9 = 22,5 \text{ Amp.}$

Disyuntor: 3Px 25 Amp.

- Tamaño de contactor:

$I_{\text{contactor}}: 2 \times I_{pc}$

$I_{\text{contactor}}: 2 \times 9 = 18 \text{ Amp.}$

Contactor: 3Px 25 Amp. Código: LC1D18. Marca: Schneider. Clase AC3

- Relé Térmico:

$I_{\text{térmico}}: 1,25 \times I_{pc}$

$I_{\text{térmico}}: 1,25 \times 9 = 11,5 \text{ Amp.}$

Térmico: LRD 16 con regulación 9→13 Amp. Marca: Schneider. Clase 10.

2.7 CONTROLADOR DEL PROCESO DE ESTERILIZACIÓN

Para el diseño del esterilizador se tomará en cuenta 4 aspectos importantes los cuales son:

- Garantizar y mantener condiciones favorables para los operadores del equipo, que en este caso son auxiliares de enfermería.
- El sistema debe ser fácil de operar.
- Garantizar al área de trabajo seguridades físicas, eléctricas y ambientales.

- El trabajo continuo del esterilizador, por lo que debe proveer de dispositivos completamente robustos.

Por las razones antes expuestas, para el sistema de control se ha visto la necesidad de utilizar un Controlador Lógico Programable “PLC”, el cual además de controlar todas las operaciones de la máquina, le dará mayor robustez al sistema frente a las perturbaciones eléctricas generalmente encontradas en áreas reservadas para máquinas industriales.

2.7.1 SELECCIÓN DEL CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE.

En vista de que el PLC es la parte central del sistema de control y monitoreo de variables, se debe realizar una selección correcta del mismo. A continuación se revisan las características más relevantes que posee un PLC, su arquitectura y elementos que lo conforman, como paso previo a su selección.

2.7.2 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE “PLC”

Es un equipo electrónico diseñado especialmente para programar y controlar procesos secuenciales en tiempo real, desarrollado para su funcionamiento en ambientes industriales. Para que un PLC pueda cumplir con su función de controlar y ser el cerebro del sistema, es necesario programarlo con cierta información acerca del proceso requerido.

El PLC tiene tres componentes principales:

- Microprocesador
- Memoria
- Interfaces de entradas y salidas

El número de entradas y salidas es la base primordial para la selección de PLC debido a que esta característica está directamente relacionada con la memoria del equipo.

2.7.3 NÚMERO DE ENTRADAS Y SALIDAS

El primer paso para la selección del PLC, es contabilizar el número de entradas y salidas que se requieren en el funcionamiento del esterilizador; en la Tabla 2.7 se describe la distribución de entradas digitales al PLC y en la Tabla 2.8 la distribución de salidas digitales.

Entradas digitales:

DI	DISPOSITIVO	IDENTIFICACIÓN
I1	PULSADOR INICIO	P1
I2	FIN DE CARRERA PUERTA 1	S1
I3	FIN DE CARRERA PUERTA 2	S2
I4	SWITCH PRESOSTATO ALTA	S3
I5	SWITCH PRESOSTATO CERO	S4
I6	SWITCH PRESOSTATO BAJO	S5
I7	SWITCH TRANSDUCTOR DE TEMPERATURA	S6
I8	SWITCH TIMER ESTERILIZADO	S7
I9	SWITCH TIMER SECADO	S8
I10	SELECTOR PARO DE EMERGENCIA	S9
I11	PULSADOR APERTURA PUERTA 1	P2
I12	PULSADOR CIERRE PUERTA 1	P3
I13	PULSADOR APERTURA PUERTA 2	P4
I14	PULSADOR CIERRE PUERTA 2	P5

I15	PULSADOR PARADA	P6
I16	SWITCH REGULACION DE 35 psi ENTRADA DE VAPOR	S10

Tabla 2.7 Entradas digitales

Salidas Digitales:

DO	DISPOSITIVO	IDENTIFICACIÓN
Q1	BOMBA	R1
Q2	VALVULA GENERAL	R2
Q3	VALVULA CONTROL PUERTA 1	R3
Q4	VALVULA SEGURO DE PUERTA 1	R4
Q5	VALVULA CONTROL PUERTA 2	R5
Q6	VALVULA SEGURO DE PUERTA 2	R6
Q7	VALVULA DE ENTRADA VAPOR A CAMARA	R7
Q8	VALVULA EMPAQUE DE PUERTA	R8
Q9	VALVULA DE SECADO	R9
Q10	VALVULA DE TRAMPEO	R10
Q11	TIMER ESTERILIZADO	R11
Q12	TIMER SECADO	R12
Q13	VALVULA IGUALACION	R13
Q14	ALARMA FIN PROCESO	R14
Q15	SEÑALIZACIÓN DISPONIBLE	Q 14
Q16	SEÑALIZACIÓN TRABAJANDO	Q15
Q17	SEÑALIZACIÓN PREPARACIÓN	Q16

Tabla 2.8 Salidas digitales

Para el presente proyecto se utilizó un PLC TWIDO TWDLCAA24DRF, debido a la confianza histórica de la empresa GONZALO GUERRA M. con la marca Schneider

Electric, además que cumple con las características técnicas requeridas, y dispone en el mercado un amplio stock de repuestos y accesorios.

2.7.4 CARACTERÍSTICAS DEL PLC TWIDO

A continuación se presenta las características principales del PLC Twido TWDLCAA24DRF que se utilizó en el proyecto:

- “Los controladores Twido compactos presentan dimensiones reducidas respecto a otras marcas.
- Los controladores Twido compactos tienen integrada la fuente de alimentación y utilizan corriente alterna entre 100 y 240 Vca, o una alimentación de corriente continua entre 19,2 y 30 Vcc*.” [7]

En la Figura 2.17 se muestra las partes fundamentales de un PLC Twido.

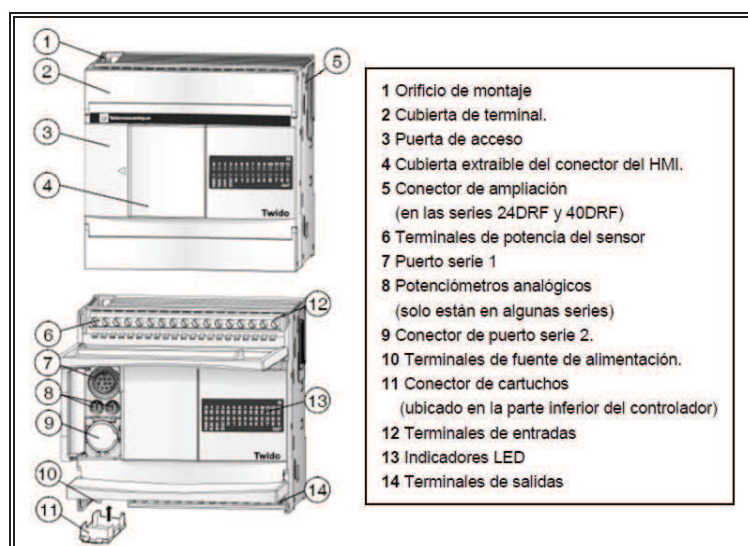


Figura 2.17 Partes de un PLC Twido [7]

[7] Instituto Schneider Electric de Formación. “Manual Twido Suite”. Barcelona España. 2008

- Posee 14 entradas digitales a 24 Vdc y 10 salidas digitales tipo relé. Por lo tanto se ve necesario el uso de módulos de expansión.

Adicionalmente a los módulos de ampliación, los controladores compactos Twido, presentan la opción de módulos opcionales: módulo de ampliación de memoria, visualizador numérico, puerto de comunicación RS 485 y reloj calendario.

2.7.5 MODULOS DE ENTRADAS Y SALIDAS

Existen varios módulos de entradas/salidas Twido que permiten complementar las entradas/salidas integradas, de esta manera cada usuario puede adaptar el controlador a sus necesidades. Por el número de entradas y salidas ya analizadas anteriormente se ve en la necesidad de utilizar dos módulos TWD-DMM8DRT de 4 entradas digitales a 24 Vdc y 4 salidas digitales tipo relé.

En la Figura 2.18 se muestra el módulo de entradas y salidas acoplado al PLC.



Figura 2.18 Módulo de 4 entradas y 4 salidas [7]*

⁷ [7] Instituto Schneider Electric de Formación. "Manual Twido Suite". Barcelona España. 2008

2.8 TABLERO DE CONTROL

El tablero de control se encuentra ubicado en la parte lateral derecha del esterilizador, el mismo está dividido en dos partes como se muestra en la figura 2.19

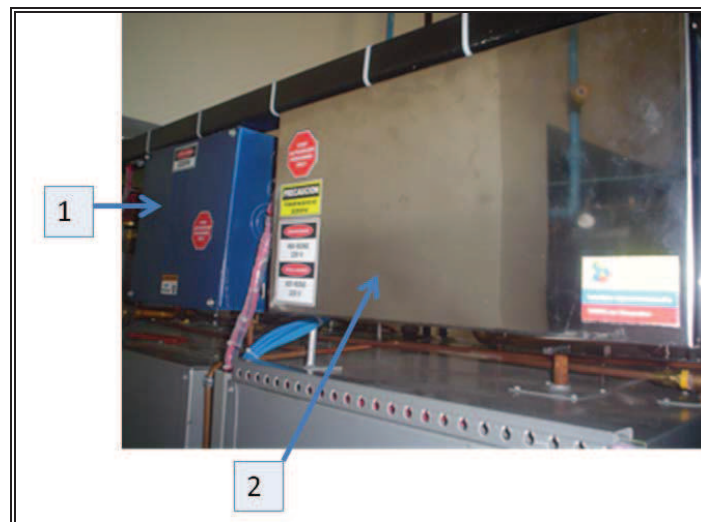


Figura 2.19 Tableros de control 1 y 2

En el tablero N°1 se encuentra los relés correspondientes a las salidas digitales del PLC, mientras que en el tablero N°2 se encuentra el PLC, borneras, contactor y guardamotor de la bomba centrífuga, como se muestra en la Figura 2.20.

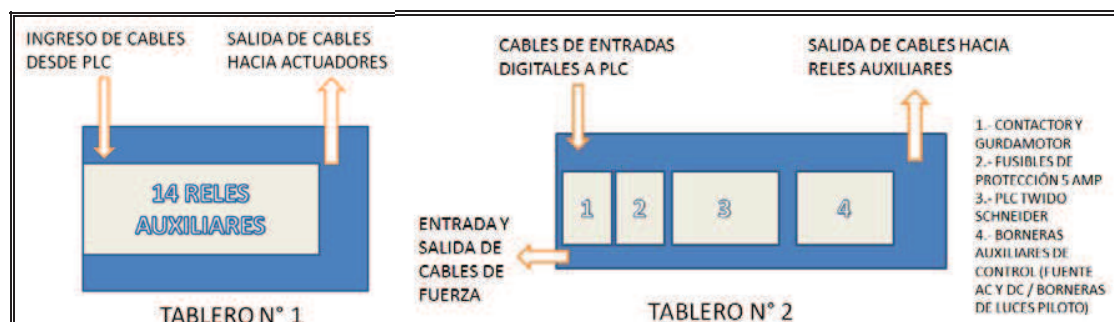


Figura 2.20 Distribución Tablero de Control

2.9 INDICADORES Y VERIFICACIÓN DEL PROCESO DE ESTERILIZACIÓN.

Para la verificación del proceso de esterilización se utilizan tres indicadores químicos, el primero de Clase I que son los más simples, el segundo de Clase II y el tercero de Clase VI que son los más completos, como se indicó en el capítulo 1.

2.9.1 INDICADOR QUIMICO CLASE I

Son indicadores químicos de marca Chemdye pertenecientes al grupo Terragene, que consisten en tiras de papel para control interno, que cambian de color azul a color negro al haber sido sometido a una temperatura superior a los 121°C.

En la figura 2.21 se muestra el indicador químico Clase I.

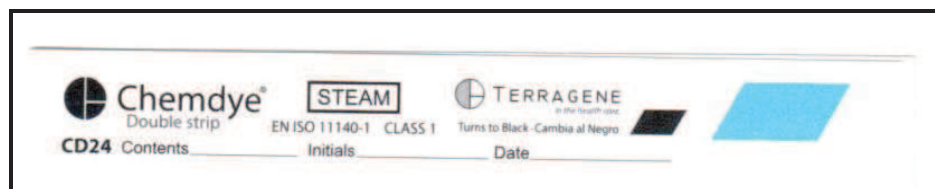


Figura 2.21 Indicador Clase I

2.9.2 INDICADOR QUIMICO CLASE II (BOWIE DICK)

Las hojas de prueba Bowie Dick de marca Chemdye fueron desarrolladas para controlar la eficacia de la penetración del vapor en equipos de esterilización. Las hojas de test Bowie Dick fueron diseñadas para ser utilizadas como un indicador colocado dentro de un paquete de prueba estándar, para monitorear la eficacia de la eliminación de aire.

Las hojas de prueba están impresas con tinta Chemink, cambia de color amarillo a negro indicando una correcta eliminación de aire. Una falla en la remoción del aire se evidencia con un área de color más claro en el centro de la hoja de prueba en comparación con el color de los márgenes de la misma.

En la Figura 2.22 se muestra las hojas de prueba Bowie Dick en su forma original hasta llegar a un nivel satisfactorio en su función.

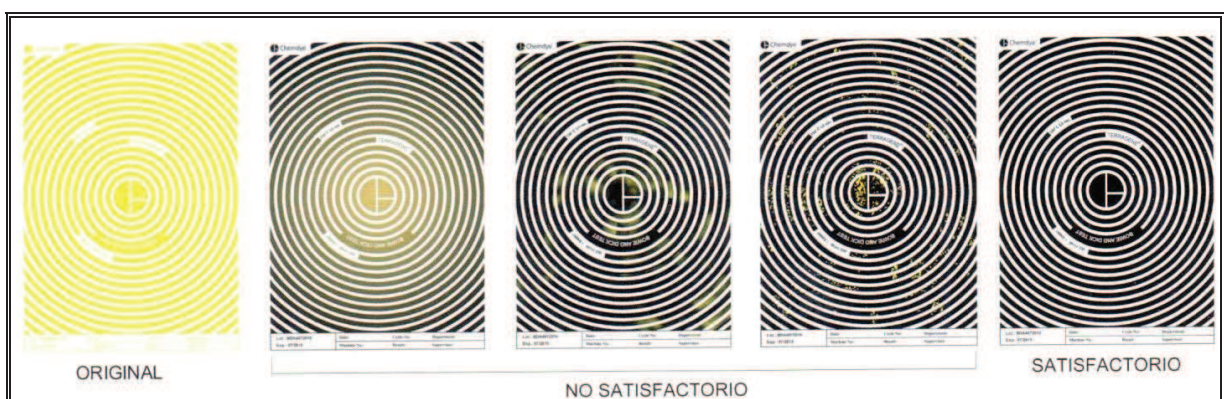


Figura 2.22 Hojas de prueba Bowie Dick

2.9.3 INDICADOR QUIMICO CLASE VI

El indicador químico de Clase VI marca INTEGRON consiste en el elemento más completo para determinar si un elemento está o no estéril. Este indicador desarrollado para el monitoreo de procesos de esterilización y mostrará un resultado seguro cuando el proceso haya alcanzado 134°C durante 3.5 minutos o 121°C por 15 minutos y haya cambiado a color negro.

En la Figura 2.23. se muestra el indicador Químico Clase VI.

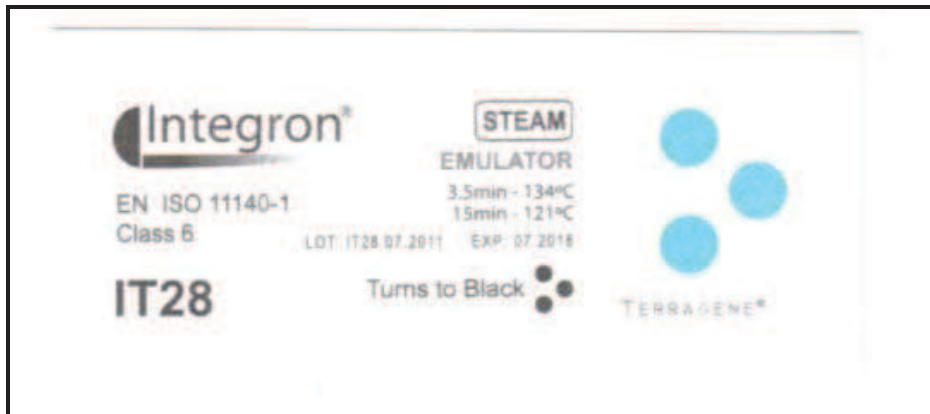


Figura 2.23 Indicador Químico Clase VI

CAPÍTULO III

DISEÑO Y DESARROLLO DEL SISTEMA DE CONTROL

En este capítulo se describirá el sistema de control del esterilizador, en especial lo referente a la programación y configuración del PLC, encargado de controlar las diferentes fases del proceso de esterilizado.

El sistema de control está diseñado para optimizar el tiempo empleado en el proceso de esterilización, ya que muchos esterilizadores, para eliminar el vapor al interior de la cámara abren una válvula al final del proceso, y dejan que el vapor escape por su propia presión, todo el tiempo que deben esperar hasta que la cámara quede sin vapor y los instrumentales disminuyan su temperatura es mucho más largo que el tiempo empleado en un esterilizador que posee una bomba centrífuga, cuyo tiempo de operación es controlado automáticamente en cada una de las etapas del proceso de esterilización.

En la Figura 3.1 se muestra el esquema general del sistema de control.

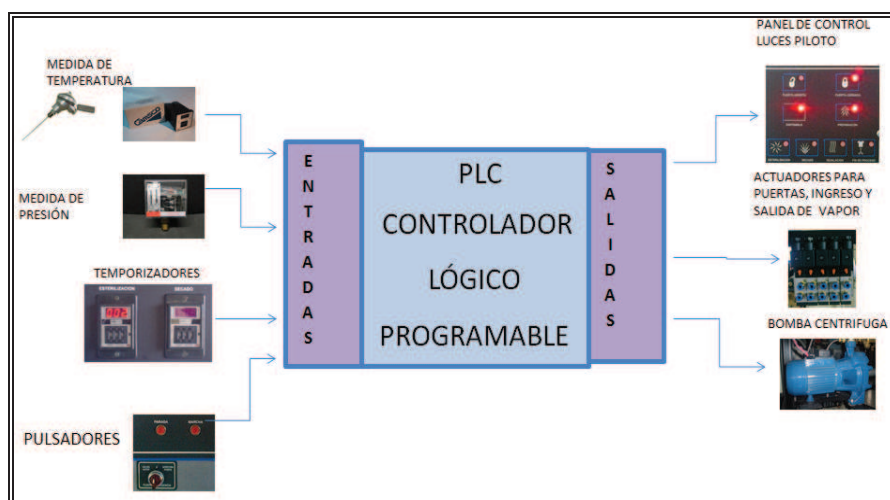


Figura 3.1 Esquema general del sistema de control.

3.1 ESTRUCTURA DEL PROGRAMA DE CONTROL.

El programa de control se encuentra dividido en 5 subrutinas, las mismas se encuentran acorde a las etapas del proceso de esterilización descritas en el capítulo 1, estas son:

- Inicio
- Preparación
- Esterilización
- Secado
- Igualación

3.1.1 INICIO

El primer paso para el proceso de esterilización consiste en la inspección visual de la presencia de vapor en la línea de alimentación que viene desde los calderos, la inspección se la hace a través del manómetro instalado en la tubería. Al tener vapor en la línea de alimentación se enciende el control electrónico general para iniciar el proceso.

El proceso inicia ingresando vapor a la antecámara y cuando la presión en la misma llegue a los 35 PSI, se procede a verificar si las puertas están cerradas, caso contrario el pulsante de marcha nunca permitirá el inicio del proceso.

En la Figura 3.2 se ilustra el diagrama de flujo de la primera etapa del proceso de esterilización "INICIO".

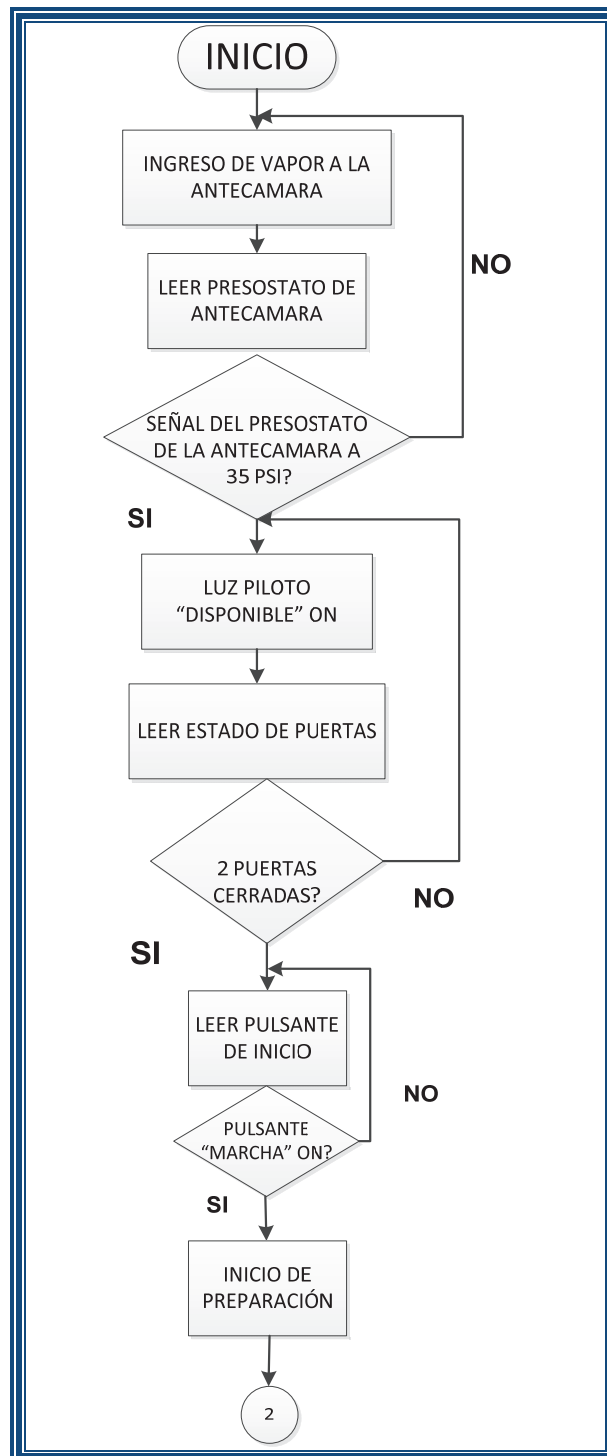


Figura 3.2 Diagrama de flujo primera etapa del Proceso de Esterilización "INICIO"

3.1.2 PREPARACIÓN

En la etapa de preparación el objetivo es sacar todo el aire existente dentro de la cámara y dejarla solo llena de vapor, de esta manera se optimiza el contacto entre el vapor y el material a esterilizar.

En la Figura 3.3 se ilustra el diagrama de flujo de la etapa del proceso de esterilización “PREPARACIÓN”.

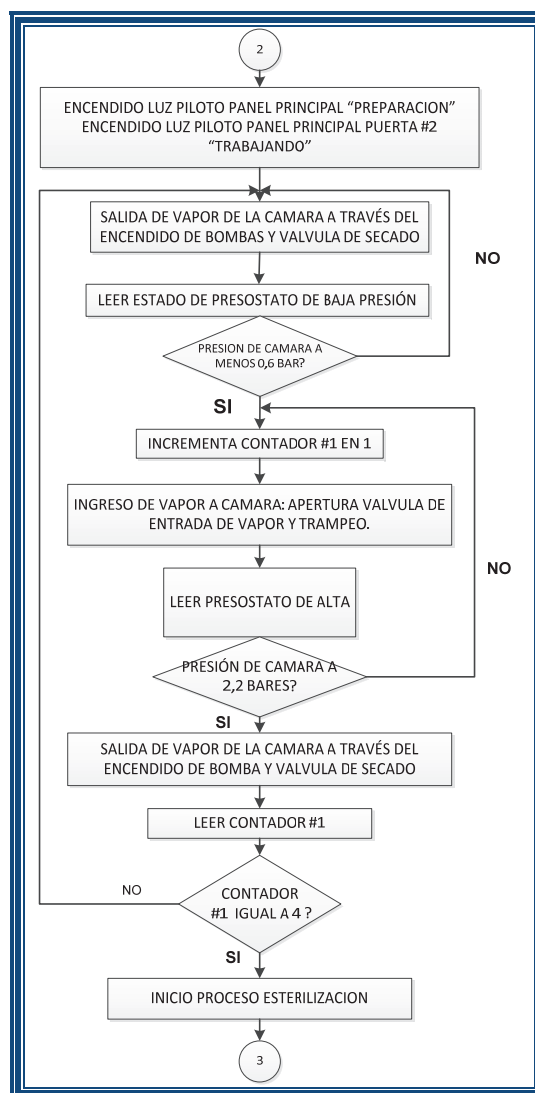


Figura 3.3 Diagrama de flujo de etapa de preparación

3.1.3 ESTERILIZACIÓN

En la etapa de esterilización el objetivo es llegar a la temperatura deseada y mantenerla durante el tiempo de esterilización. En esta etapa el control de la válvula de entrada de vapor se hace a través del controlador de temperatura. En la Figura 3.4 se ilustra el diagrama de flujo de la etapa del proceso de esterilización “ESTERILIZACIÓN”.

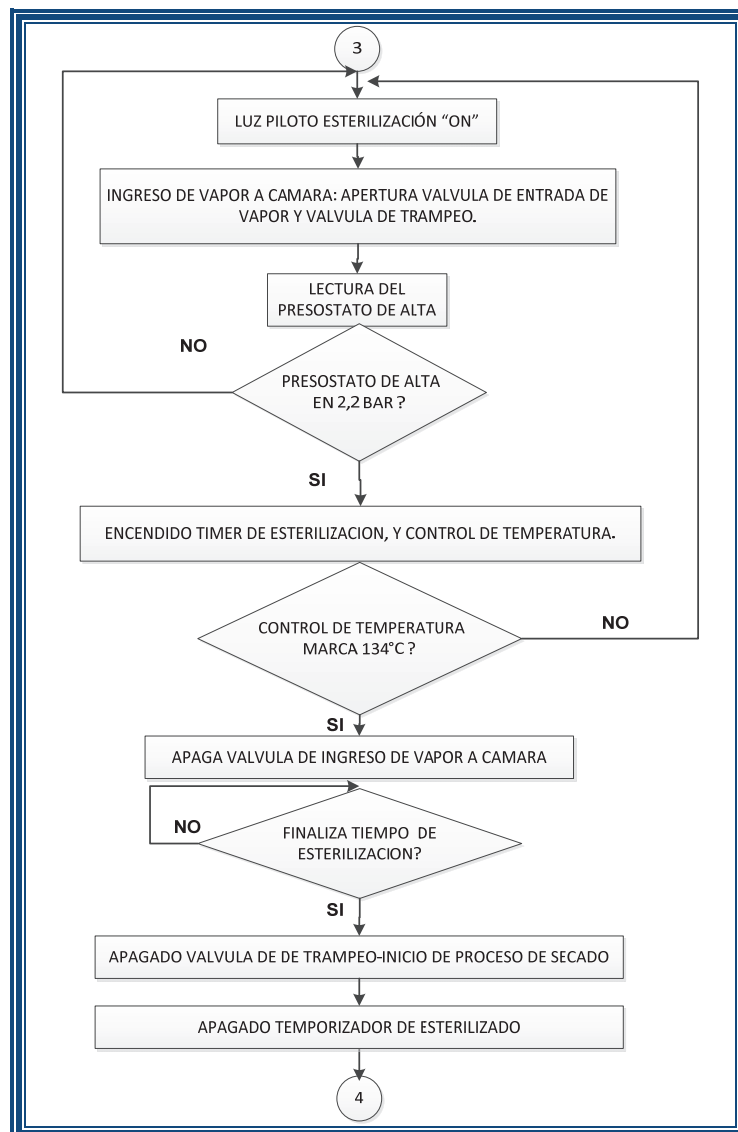


Figura 3.4 Diagrama de flujo de etapa de Esterilización.

3.1.4 SECADO

En la etapa de secado se genera un vacío dentro de la cámara con el objetivo de extraer todo el vapor y dejar seco el material esterilizado. En la Figura 3.5 se ilustra el diagrama de flujo de la etapa del proceso de esterilización “SECADO”.

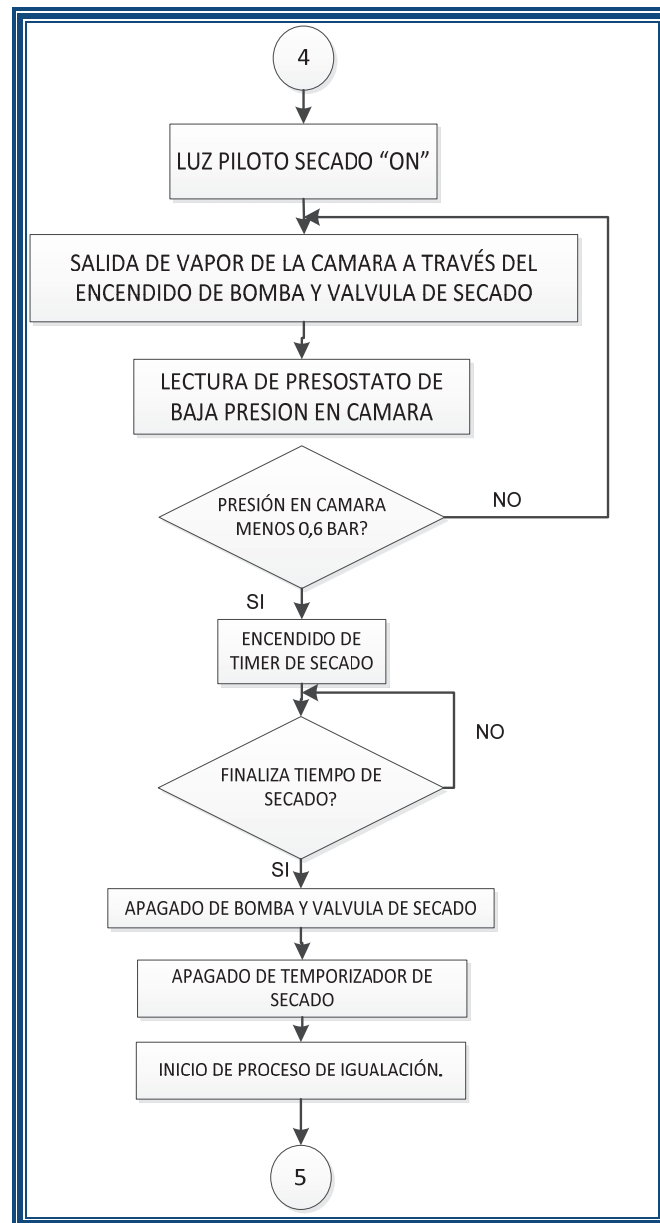


Figura 3.5 Diagrama de flujo de etapa de Secado

3.1.5 IGUALACIÓN

En la etapa de igualación se permite el ingreso de aire a través de un filtro con el objetivo de igualar la presión interna de la cámara a la presión externa y así poder abrir la puerta y sacar los materiales estériles. En la Figura 3.6 se ilustra el diagrama de flujo de la etapa del proceso de esterilización “IGUALACIÓN”.

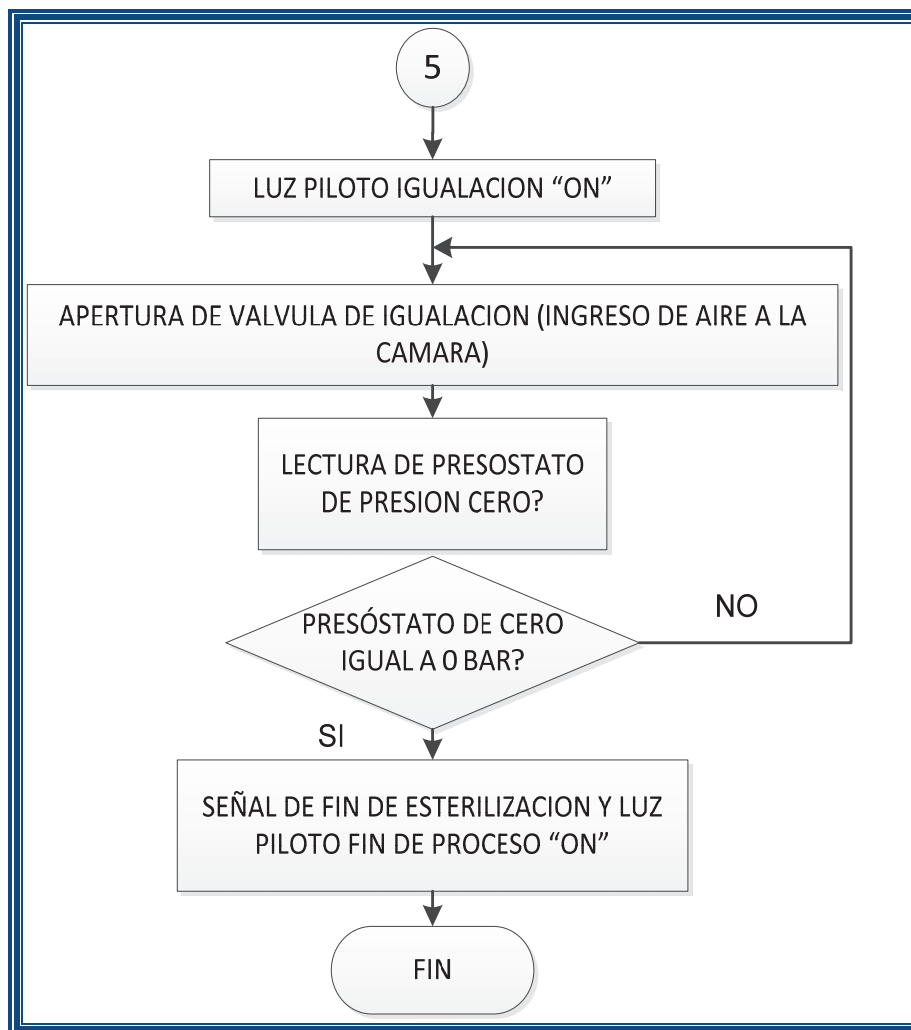


Figura 3.6 Diagrama de flujo de etapa de Igualación

3.2 DIAGRAMA P&ID DEL ESTERILIZADOR A VAPOR

Para implementar la lógica de control se toma en consideración las acciones de varios elementos instalados en el esterilizador, entre los cuales están: el controlador de temperatura, temporizadores externos, presóstatos, válvulas solenoides, interruptores finales de carrera y RTD's, sin los cuales no es posible realizar el control del proceso, estos elementos se grafican en la Figura 3.7.

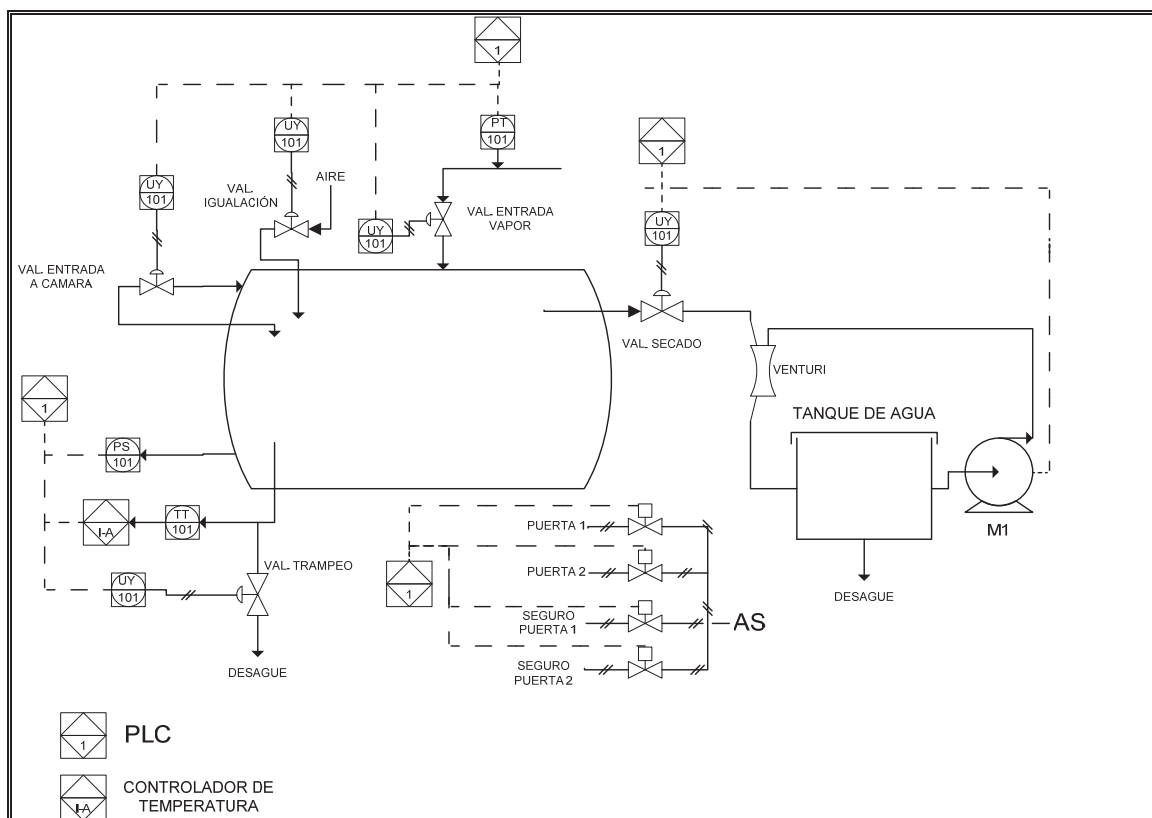


Figura 3.7 P&ID esterilizador a vapor.

3.3 CONFIGURACIÓN DEL PLC

Para la configuración y programación de PLC Twido TWDLCAA24DRF se utiliza el software TwidoSuite propio de la marca Schneider Electric, el cual brinda una interface amigable y de fácil configuración. TwidoSuite es programa basado en

Windows, mismo que posee un entorno de desarrollo gráfico con funciones para crear, configurar y mantener aplicaciones de automatización para los PLC's Twido de Schneider Electric.

Para la programación se usa el lenguaje ladder o también llamado en escalera, que es el primer lenguaje para programación de PLC's, el cual dispone de contactos y bobinas que se asocian al estado de variables tipo booleanas.

En la figura 3.8 se muestra la pantalla de inicio del software Twido Suite.



Figura 3.8 Pantalla de inicio Twido Suite

3.3.1 CARACTERÍSTICAS DEL TWIDO SUITE

Las principales características del software TwidoSuite son:

- Interface de usuario amigable y orientada al desarrollo de proyectos.

- Las tareas y funciones siempre se encuentran visibles, esto quiere decir, que el software no contiene menús.
- Guía técnica para la programación y configuración.
- Comunicación en varios protocolos con el autómata.
- Este software tiene por objeto reducir de forma significativa el tiempo de desarrollo de los proyectos.

3.3.2 NAVEGACIÓN POR EL ESPACIO DE TRABAJO DE TWIDO SUITE

El TwidoSuite a través de su interfaz permite una navegación muy intuitiva y gráfica ya que sigue paso a paso el ciclo de desarrollo natural de una aplicación de automatización, en la Figura 3.9 se muestra las partes principales del programador Twido Suite.

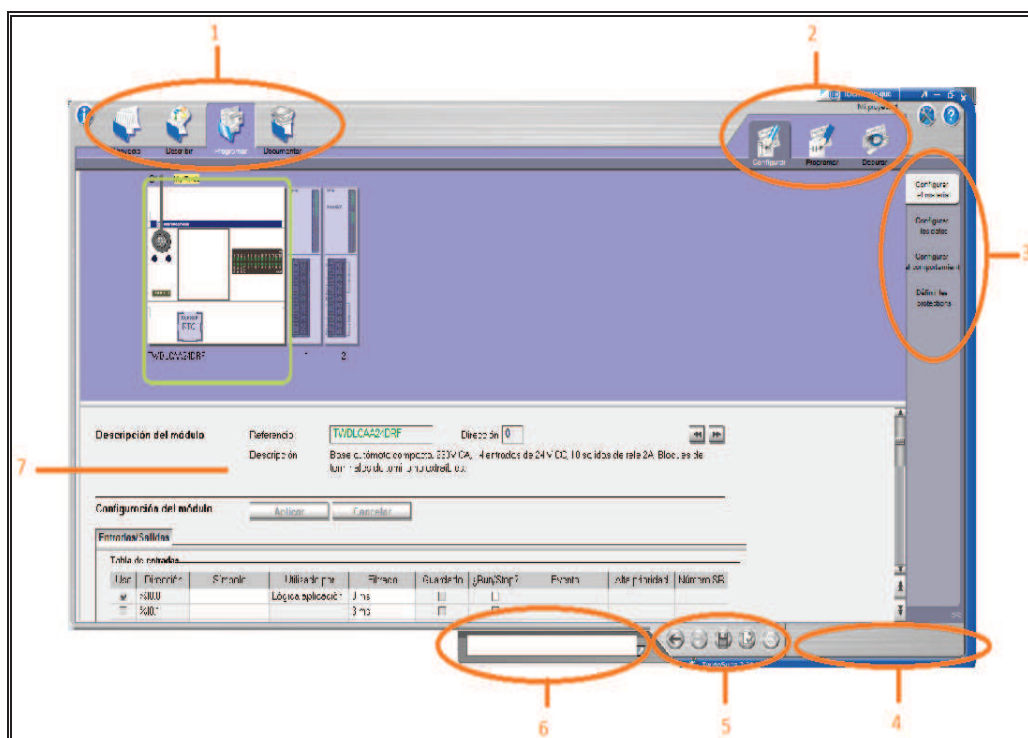


Figura 3.9 Partes principales del programador Twido Suite [7]

En el espacio de trabajo general se tiene separados en varios grupos las pestañas, barras y menús que tienen las siguientes funciones:

1. **“Barra de pasos de la aplicación:** Muestra Proyecto, Describir, Programar, Documentar, que son los cuatro pasos de la aplicación TwidoSuite
2. **Barra de sub-pasos del programa:** Muestra Configurar, Programa, Depuración los tres sub-pasos del programa.
3. **Barra de tareas:** Muestra las tareas que puede realizar tanto en el paso como en el sub-paso seleccionado de la aplicación.
4. **Barra de funciones:** Muestra las funciones especiales asociadas a la tarea seleccionada.
5. **Barra de acceso rápido:** En todo momento muestra los comandos Anterior/Siguiente adicional a los accesos directos Guardar y Analizar programa.
6. **Barra del cuadro de lista Error:** Muestra información de los posibles errores o advertencias que pueda tener la aplicación.
7. **Editores y visualizadores:** Son un grupo de ventanas que cuya función es organizar los controles de programación y configuración de tal forma que las aplicaciones puedan desarrollarse correctamente.” [7]

3.3.3 PASOS PARA LA PROGRAMACIÓN DEL PLC A TRAVÉS DEL SOFTWARE TWIDO SUITE

Al abrir el software Twido Suite aparece por default la pantalla Proyecto, donde se puede encontrar los comandos básicos para: Crear, abrir, guardar y cerrar un proyecto.

[7] Instituto Schneider Electric de Formación. “Manual Twido Suite”. Barcelona España. 2008

Se procede a pulsar en “Crear un proyecto nuevo” y se rellenan los campos de información general del proyecto, como son: el nombre del proyecto, el directorio (ubicación donde se va a guardar), la compañía, la versión, el autor, etc. En la Figura 3.10 se puede observar la información requerida para cada proyecto.

Figura 3.10 Datos iniciales para la creación de un proyecto

No es necesario llenar todos los campos de información, basta con el nombre del proyecto y el directorio donde se lo va a guardar, una vez introducida la información del proyecto se debe generar el archivo pulsando el botón que aparece en la parte inferior de la ventana “Crear”.

3.3.3.1 Configuración del hardware Twido

El primer paso para realizar un proyecto de automatización consiste en la descripción y configuración del hardware a utilizarse en el proceso, lo cual está en función de ciertos datos iniciales como son: número de entradas y salidas, tipo de las mismas, velocidad del CPU, capacidad de memoria, interfaz de comunicación, etc.

Partiendo de que todas las aplicaciones son diferentes, el proceso de descripción de las mismas lleva a la selección de un hardware acorde a los requerimientos y necesidades de la aplicación. Por esta razón se configura el hardware previo a la programación. Para iniciar la configuración se da clic sobre el icono “Describir” de la barra de pasos, entonces se abrirá la ventana de configuración que se muestra en la Figura 3.11, se visualizará lo siguiente:

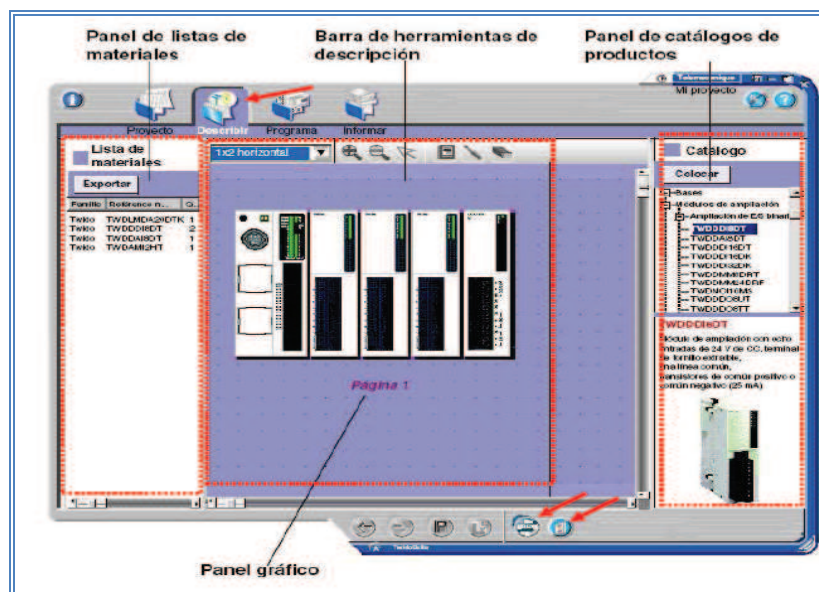


Figura 3.11 Ventana de configuración del hardware.[7]^{*}

- En el Panel gráfico acorde a la aplicación, se construye la configuración deseada, se pueden agregar elementos de hardware.
- En el Panel de catálogos de productos se puede observar un listado de dispositivos de hardware Twido mismos que pueden ser seleccionados, adicionalmente da una pequeña descripción del dispositivo seleccionado.
- En el Panel de listas de materiales, se tiene el listado de los dispositivos de hardware que actualmente componen el proyecto en desarrollo.

^{*} [7] Instituto Schneider Electric de Formación. “Manual Twido Suite”. Barcelona España. 2008

Para este proyecto se selecciona la base compacta del PLC Twido y sus respectivas ampliaciones digitales de entradas y salidas que son necesarias para el control de todos los elementos actuadores del esterilizador. En la Figura 3.12 se muestra la conformación del hardware del PLC Twido utilizado en este proyecto.

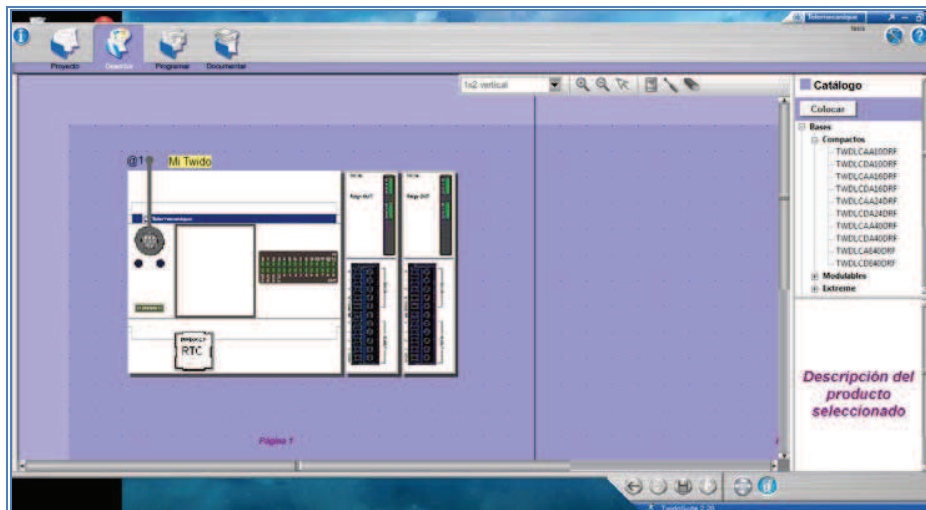


Figura 3.12 Conformación del hardware del Twido.

3.3.3.2 Programación del PLC

Para iniciar la escritura de la lógica de programación del PLC se requiere hacer clic en el icono “PROGRAMAR” de la barra de pasos de la aplicación, donde se determinarán los símbolos y tipo de datos utilizados para cada una de las variables que conformarán el programa.

Para este proyecto en particular, todas las variables utilizadas son del tipo Booleano (0L y 1L) y el lenguaje de programación será el denominado “Diagrama Ladder”.

- Herramientas para crear un programa en lenguaje Ladder

Se cuenta con dos barras disponibles de herramientas de programación Ladder, estas permiten editar programas e introducir instrucciones gráficamente de forma simple; estos se muestran en la Figura 3.13 y en la Figura 3.14:

- Barra de herramientas Ladder

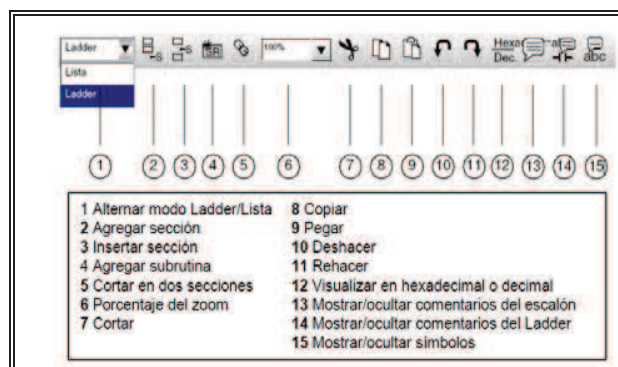


Figura 3.13 Barra de herramientas ladder [7]

- Barra ampliada de paleta ladder.

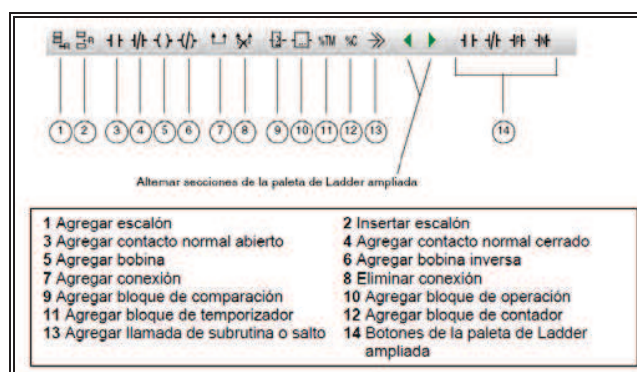


Figura 3.14 Barra ampliada de paleta ladder [7]

En estas dos barras se encuentran todas las instrucciones necesarias para realizar un programa de control óptimo y seguro.

Para este proyecto, la lógica de control programada en el PLC Twido, fue tomada de referencia a los diagramas de flujo ilustrados anteriormente.

3.3.4 DESCARGA DEL PROGRAMA AL PLC TWIDO

“Para proceder con la descarga del programa al controlador el puerto serie EIA RS232C del computador debe conectarse con el cable TSX PCX1031 propio de Telemecanique. Debido a que la mayoría de computadores no cuenta con este puerto y además el cable de programación para el Twido tiene una terminación DB-9 es necesario el uso de otro adaptador de USB a serial. En la Figura 3.15 se muestra la conexión entre un Twido y una PC.” [7]

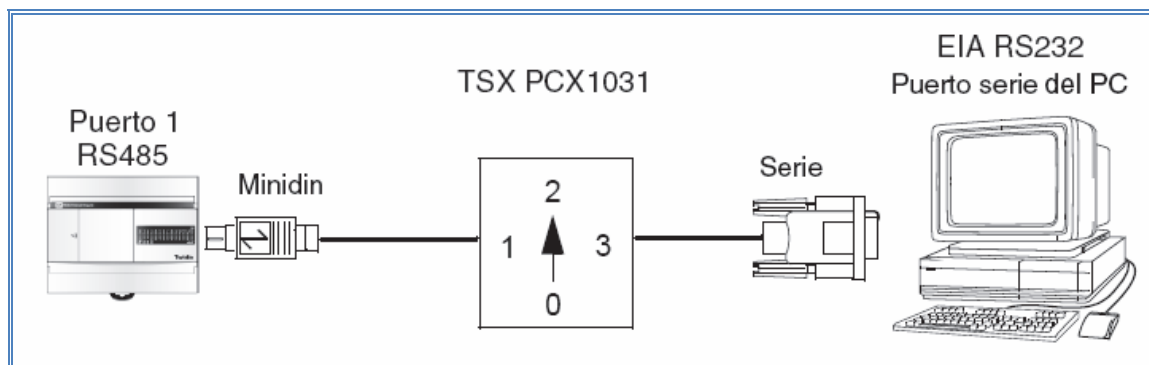


Figura 3.15 Conexión del plc a una pc para programación.[7]

“Para descargar el programa de aplicación desde la PC al PLC, seleccione una conexión en la tabla de conexiones de la tarea Programa → Depuración → Conectar y haga clic en Aceptar.”* [7]

[7] Instituto Schneider Electric de Formación. “Manual Twido Suite”. Barcelona España. 2008

Después de pulsar “Aceptar” se muestra entonces los resultados de tres comprobaciones de sincronización, tal como se muestra en la Figura 3.16.

Línea 1: comparación entre las aplicaciones del PLC y la PC.

Línea 2: compatibilidad del hardware válida.

Línea 3: muestra si la aplicación se encuentra protegida.

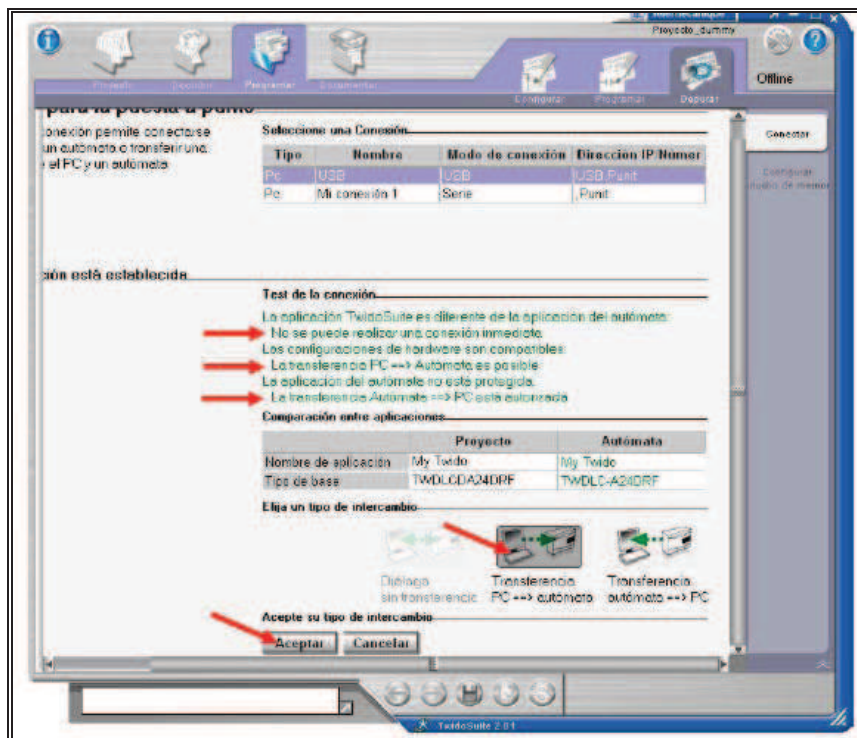


Figura 3.16 Transferencia Pc hacia PLC

Una vez terminada la transferencia del programa se observará un cuadro de control, mismo que nos indicará el estado Online del Twido como se muestra en la Figura 3.17.



Figura 3.17 Estado del ON LINE Twido

El cuadro de control está constituido por tres botones que se utilizan para activar los estados del PLC de modo Online:

“Ejecutar: Consiste en la ejecución tanto del PLC como de la aplicación. En este modo OnLine del PLC las entradas y salidas se actualizan y ejecutan acciones de acuerdo a la aplicación.

Detener: el PLC está detenido y la aplicación no se estará ejecutando. Las entradas se actualizan y los datos internos se mantienen con los últimos valores. Las salidas no se actualizan en este estado.

Inicializar: Cuando se inicializa el PLC, la aplicación no se ejecutará. Las entradas se actualizan y los valores de datos se establecen con su estado inicial. Las salidas no se actualizan en este estado.”^{*}[7]

El PLC consta en su cuadro de control con tres luces piloto de estado en el autómatas RUN, ERR y STAT que se interpretan de acuerdo a la Figura 3.18.

^{*} [7] Instituto Schneider Electric de Formación. “Manual Twido Suite”. Barcelona España. 2008

RUN	ERR	Descripción
Apagado	Rojo parpadeante	No existe configuración en el autómata
Luz amarilla continua	Apagado	Autómata detenido
Luz verde continua	Apagado	El autómata está en funcionamiento
Verde parpadeante	Rojo parpadeante	Autómata detenido
Apagado	Luz roja continua	Error de hardware o de sistema. Reiniciarse en frío.

Figura 3.18 Indicadores de estado del autómata Twido

El programa descargado en el PLC Twido Suite realizado en lenguaje Ladder para el esterilizador a vapor se puede observar en el ANEXO "C".

3.4 DIAGRAMAS ELÉCTRICOS Y NEUMÁTICOS

La interpretación más sencilla de la conexión entre todos los elementos que intervienen en el esterilizador se lo observa en la Figura 3.7 P&ID, sin embargo es necesario en la construcción del sistema los diagramas neumáticos, diagramas eléctricos de fuerza y de control los cuales podemos observar en el ANEXO "B".

3.5 OPERACIÓN Y FUNCIONAMIENTO.

Para la operación del esterilizador se tiene un panel de control frontal y otro posterior, los mismos que están diseñados para que el operador, que en este caso es una Enfermera/o, pueda manipular e interpretar el funcionamiento del equipo en todas sus etapas.

El panel de control frontal tiene 8 luces piloto, 4 pulsadores, 2 manómetros, 2 temporizadores y 1 control de temperatura. Su funcionalidad es abrir y cerrar la puerta frontal por donde el operador va a introducir los paquetes a esterilizar; además podrá configurar los valores de temperatura de esterilización, el tiempo de esterilización y el tiempo de secado.

Las luces piloto indican:

- Puerta abierta
- Puerta cerrada
- Etapa de Disponible
- Etapa de Preparación
- Etapa de Esterilización
- Etapa de Secado
- Etapa de Igualación
- Fin de Proceso

Los pulsadores dan órdenes de:

- Abrir puerta
- Cerrar puerta
- Inicio de proceso
- Fin de proceso

En la figura 3.19 se muestra el panel de control frontal, desde donde se realiza la operación del equipo.

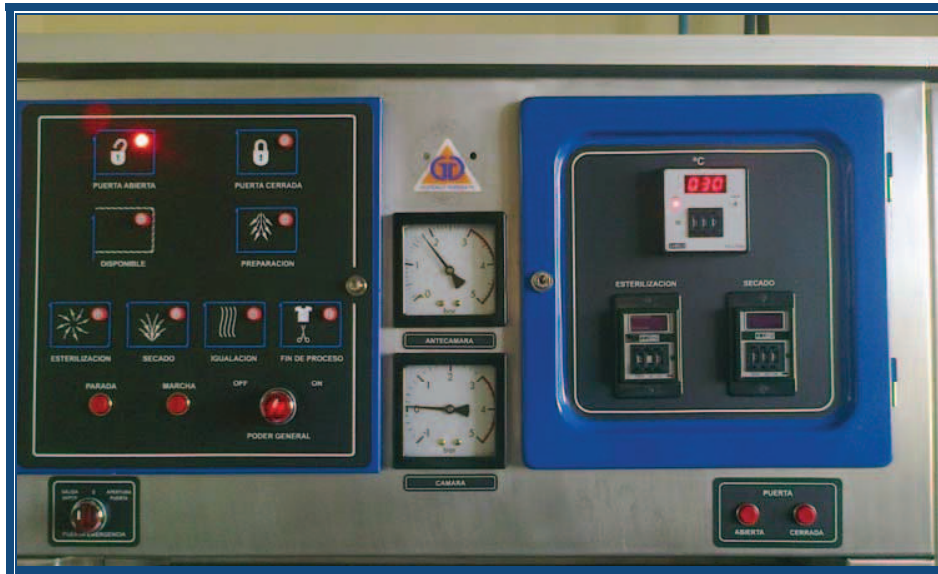


Figura 3.19 Panel de control frontal del esterilizador a vapor.

El panel de control posterior consiste en tres luces piloto y dos pulsadores, los mismos que indican lo siguiente:

- Luz piloto 1: ENERGIZADO
- Luz piloto 2: TRABAJANDO
- Luz piloto 3: FIN DEL PROCESO
- Pulsador 1: abrir puerta
- Pulsador 2: cerrar puerta.

La funcionalidad del panel de control posterior es dar a conocer al operador en que parte del proceso se encuentra el esterilizador y cuando ha terminado su proceso, a partir del cual puede abrir la puerta y sacar los paquetes estériles para su posterior uso.

En la Figura 3.20 se muestra el panel de control posterior usualmente usado al terminar el proceso y para sacar los paquetes del esterilizador.



Figura 3.20 Panel de control posterior

En el Anexo B MANUAL DE USUARIO Y MANTENIMIENTO, se encuentra detallada la funcionalidad de cada uno de los elementos que conforman el panel de control y la configuración de parámetros para el proceso de esterilización.

CAPITULO IV

PRUEBAS Y RESULTADOS

Antes de la puesta en marcha de todo el sistema, fue necesaria la realización de varios ensayos y pruebas, enfocadas a comprobar el correcto funcionamiento de cada uno de los elementos que componen el esterilizador a vapor.

Para este propósito, se realizaron en tres pruebas importantes:

- 1.- Pruebas de funcionamiento del hardware
- 2.- Pruebas de funcionamiento general
- 3.- Pruebas de esterilización

4.1 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL HARDWARE

4.1.1 PRUEBAS DE ENTRADAS AL PLC

Al energizar el equipo tenemos la alimentación del control disponible para realizar las respectivas pruebas en las entradas del PLC. El PLC Twido permite visualizar, en su parte frontal, led's indicadores del estado de las entradas y salidas, al estar encendido el led indica que la entrada o salida respectiva está activada.

De esta manera se puede comprobar el cableado eléctrico desde los dispositivos externos como pulsadores, fines de carrera, contactos de los temporizadores y control de temperatura, a las entradas del PLC.

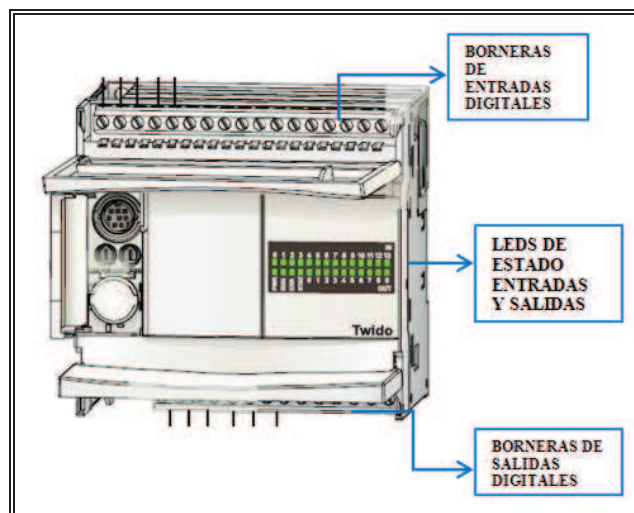


Figura 4.1 Leds de estado entradas y salidas

En la Tabla 4.1 se muestra la verificación del cableado eléctrico a su respectivo dispositivo y su correcta activación.

ENTRADA	DESCRIPCIÓN	ACTIVACIÓN
I1	PULSADOR MARCHA	OK
I2	FIN DE CARRERA PUERTA N°1	OK
I3	FIN DE CARRERA PUERTA N°2	OK
I4	PRESOSTATO DE ALTA	OK
I5	PRESOSTATO CERO	OK
I6	PRESOSTATO BAJA	OK
I7	CONTACTO CONTROL RTD	OK
I8	TIMER ESTERILIZADO	OK
I9	TIMER SECADO	OK
I10	SELECTOR PARO DE EMERGENCIA	OK
I11	PULSADOR ABRIR PUERTA N°1	OK
I12	PULSADOR CERRAR PUERTA N°1	OK
I13	PULSADOR ABRIR PUERTA N°2	OK

I14	PULSADOR CERRAR PUERTA N°2	OK
I15	PULSADOR PARADA	OK
I16	SEÑAL 35 PSI VALV. GENERAL	OK

Tabla 4.1 Verificación de entradas al PLC

4.1.2 PRUEBAS DE SALIDAS AL PLC

Para comprobar el correcto funcionamiento de las salidas del PLC, se realizó un pequeño programa de tal manera que al descargarlo al PLC y al estar conectados en línea con la PC, se pueden monitorear las señales conectadas a las entradas y salidas. Adicionalmente, también se puede forzar la actuación de las salidas del PLC, mediante una opción del Twido Suite llamada Gestión de Tablas de Animación. Esta opción fue utilizada para verificar el correcto funcionamiento de cada salida, forzándolas a funcionar por cortos tiempos.

Una vez conectado, para crear una tabla de animación, se selecciona: Programa → Depurar → Gestionar las tablas de animación para abrir el editor. Se escoge la opción “Crear una Tabla Nueva”, donde se puede ingresar el listado de entradas o salidas a ser monitoreadas o forzadas.

Si se requiere forzar una variable, en la barra de herramientas se escoge y pulsa uno de los comandos de forzado. Por ejemplo en la Figura 4.2 se muestra como forzar la señal de salida “%Q0.0” de 0 a 1.

Us	Dirección	Símbolo	Actual	Guardado	Formato
1	%IO.0	MARCHA	0	0	Decimal
2	%IO.1	SENSOR_GUILLO	0	0	Decimal
3	%IO.2	S_SALIDA	0	0	Decimal
4	%Q0.0	CINTA_ON	0	0	Decimal
5	%Q0.1	GUILLOTINA	0	0	Decimal

Us	Dirección	Símbolo	Actual	Guardado	Formato
1	%IO.0	MARCHA	0	0	Decimal
2	%IO.1	SENSOR_GUILLO	0	0	Decimal
3	%IO.2	S_SALIDA	0	0	Decimal
4	%Q0.0	CINTA_ON	F 1	0	Decimal
5	%Q0.1	GUILLOTINA	0	0	Decimal

Figura 4.2 Tablas de animación

Se puede observar la columna con la etiqueta **Actual** en la tabla de animación, aquí se tendrá a la variable forzada con un prefijo **F** junto al estado forzado 0 ó 1, tenemos F 0 o F 1 respectivamente.

En la Tabla 4.2 se muestra la verificación del cableado eléctrico a su respectivo dispositivo y su correcta activación.

ENTRADA	DESCRIPCIÓN	ACTIVACIÓN
Q1	BOMBA DE VACIO	OK
Q2	VALVULA GENERAL	OK
Q3	VALVULA DE CONTROL PUERTA N°1	OK
Q4	VALVULA DE SEGURO PUERTA N°1	OK
Q5	VALVULA DE CONTROL PUERTA N°2	OK
Q6	VALVULA DE SEGURO PUERTA N°2	OK
Q7	VALVULA DE VAPOR A CAMARA	OK
Q8	VALVULA DE EMPAQUES A PUERTA	OK
Q9	VALVULA DE SECADO	OK
Q10	VALVULA DE TRAMPEO	OK
Q11	TIMER ESTERILIZADO	OK

Q12	TIMER SECADO	OK
Q13	VALVULA DE IGUALACION + LUZ PILOTO IGUALACION	OK
Q14	FIN PROCESO + ALARMA	OK
Q15	LUZ PILOTO DISPONIBLE	OK
Q16	LUZ PILOTO TRABAJANDO	OK
Q17	LUZ PILOTO PREPARACION	OK

Tabla 4.2 Verificación de salidas del PLC

4.1.3 PRUEBAS DE LAS SOLENOIDES

Mientras se prueba el funcionamiento de las salidas del PLC, las mismas activan a relés auxiliares para el control de las válvulas solenoides, permitiendo verificar el accionamiento de cada una de ellas.

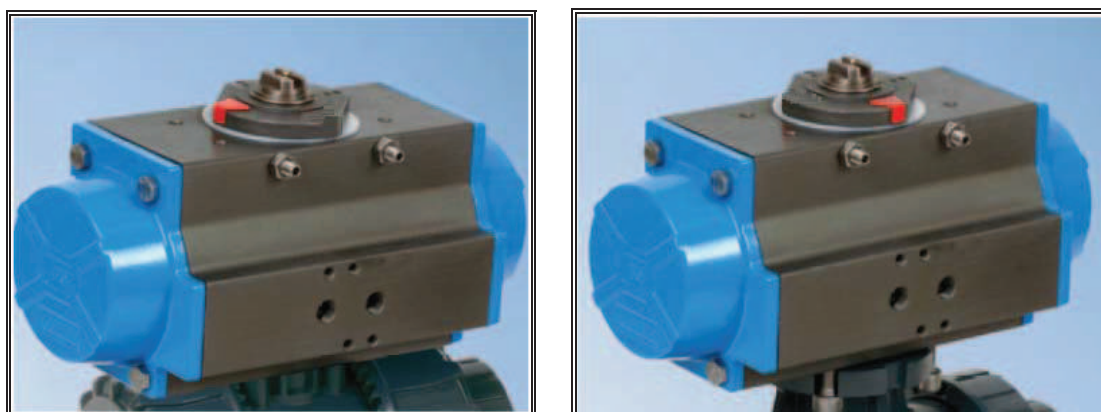


Figura 4.3 Activación de solenoides

4.1.4 PRUEBAS EN FUNCIONAMIENTO DE LA BOMBA.

Para el funcionamiento de la bomba se debe tomar en cuenta que se tiene un relé térmico de 9 Amp y un contactor de línea de 12 Amp, por lo cual se realiza un arranque de prueba para comparar los valores nominales de la bomba. En la Tabla 4.3 se muestra los valores medidos en la prueba de la bomba centrífuga.

BOMBA	VN	IN	IARR
NOMINAL	220 VAC	9 Amp	25 Amp
MEDIDO	219 VAC	9,2 Amp	24 Amp

Tabla 4.3 Valores nominales y medidos de bomba

4.2 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO GENERAL

Una vez realizadas las pruebas de cada uno de los componentes del sistema, se da paso a las pruebas de funcionamiento general del proceso de esterilización para instrumental médico. Como se vio anteriormente el proceso de esterilizado debe cumplir 5 etapas, en cada etapa se prueba el funcionamiento de los dispositivos de entrada y salida.

4.2.1 INICIO

En la fase inicial se realiza la prueba de cada uno de los pulsadores y actuadores que permiten la apertura y cierre de las puertas, de donde un parámetro para calibrar es la activación con retardo del seguro de puertas (Q04 y Q06), ya que el seguro debe actuar luego de que la puerta esté cerrada completamente, el retardo es de 35 segundos.

En esta prueba es importante verificar los interbloques de tal forma que mientras las puertas no estén completamente cerradas, el pulsador MARCHA no puede activar el proceso automático de esterilización, siendo una prueba satisfactoria en este caso.

4.2.2 PREPARACIÓN

En esta etapa se probó la inyección de vapor a la cámara y la extracción del aire mezclado con vapor. La válvula de entrada de vapor a la cámara (Q07) y la válvula de Trampeo (Q10) se activan conjuntamente al inyectar vapor a la cámara hasta llegar a los 2,2 Bares relativos (controlados por el presóstato de alta), mientras que la Bomba de vacío (Q01) y la Válvula de Secado funcionan conjuntamente al momento de generar los vacíos en la cámara de -0,9 Bares relativos (controlados por el presóstato de baja). En esta etapa no se presentó ningún problema en la inyección de vapor por tres ocasiones. En la Tabla 4.4 se muestra los valores medidos a través del manómetro de cámara.

MANOMETRO DE CAMARA.			
	VALOR REAL (BAR)	VALOR MEDIDO (BAR)	ERROR %
INYECCIÓN DE VAPOR 1	2,2	2,1	4,55%
INYECCIÓN DE VAPOR 2	2,2	2,15	2,27%
INYECCIÓN DE VAPOR 3	2,2	2,15	2,27%
VACÍO 1	-0,9	-0,85	5,56%
VACÍO 2	-0,9	-0,95	-5,56%
VACÍO 3	-0,9	-0,9	0,00%

Tabla 4.4 Valores de presión medidos en Manómetro de Cámara

4.2.3 ESTERILIZACIÓN

En la etapa de esterilización se inyecta vapor hasta alcanzar la temperatura seteada en el controlador de temperatura, para los instrumentales médicos es de 134°C, además el timer de esterilización debe estar ajustado en 8 minutos para

garantizar la esterilización completa. La prueba resultó satisfactoria debido a que, por la presión existente en la cámara, la temperatura no bajó de los 134°C, valor que es bastante aceptable para este tipo de esterilización de instrumental medico..

En la Figura 4.4 se muestra la variación de la temperatura durante los 8 minutos de esterilización.

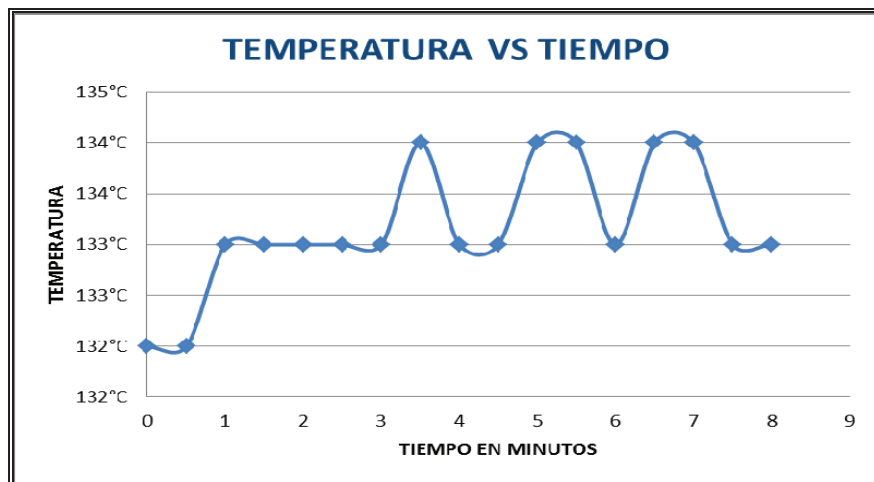


Figura 4.4 Variación de temperatura en etapa de esterilización

4.2.4 SECADO

En la prueba de secado se verifica el funcionamiento de la Bomba y la válvula de secado, permitiendo generar un vacío que debe llegar a -0,9 Bares relativos.

El temporizador de secado está configurado a 15 minutos, que es un tiempo recomendado por la marca Matachana para un correcto secado. La prueba fue satisfactoria. En la Figura 4.5 se observa la variación de la presión en función de los 15 minutos configurados en el timer de secado.

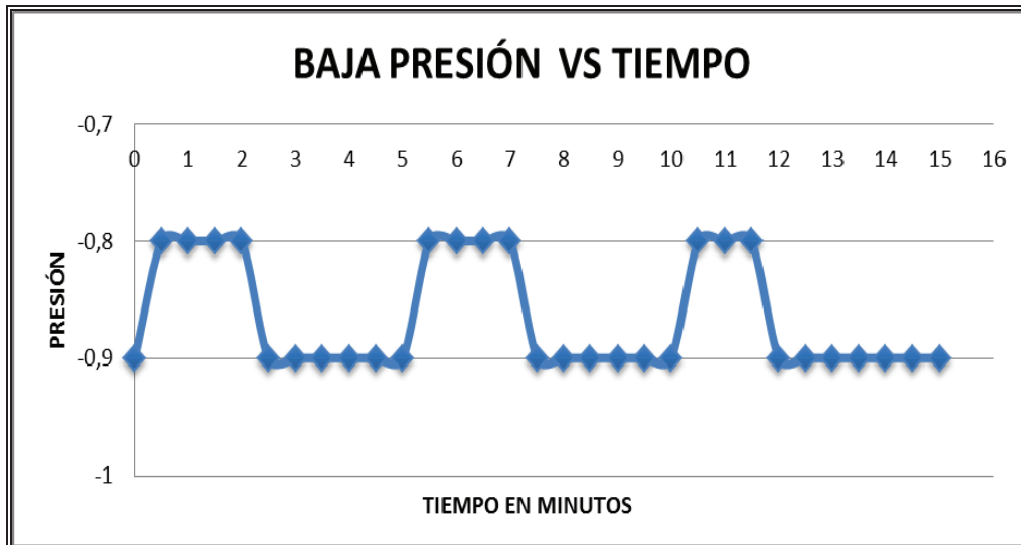


Figura 4.5 Variación de presión baja en etapa de Secado

4.2.5 IGUALACION

La actuación de la válvula de igualación permite el ingreso de aire a la cámara, a fin de igualar la presión de la cámara con la presión externa, de esta manera al llegar a la presión 0 Bares relativos, el proceso finaliza.

En resumen, mediante las pruebas anteriormente descritas, se pudo verificar el correcto funcionamiento del esterilizador de vapor, sin que se presenten problemas en ninguna de sus etapas. En la Figura 4.6 se puede observar la comparación entre la curva ideal de los Esterilizadores Matachana y la curva de valores medidos durante las pruebas.

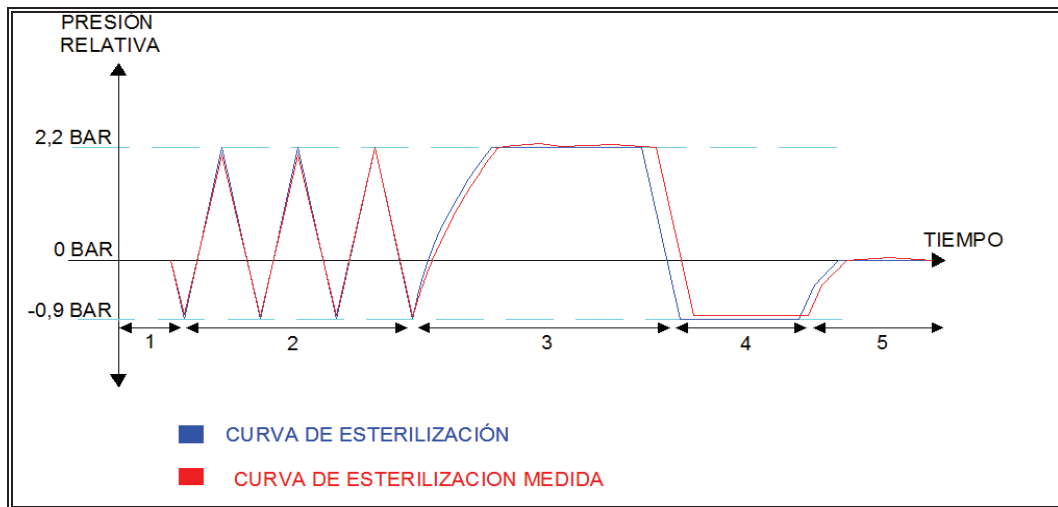


Figura 4.6 Curva ideal vs Curva medida

4.3 PRUEBAS DE ESTERILIZACIÓN

Para la verificación del proceso de esterilización se utilizaron los indicadores químicos mencionados en el Capítulo 2, haciendo la comparación de la tira de papel original con una tira después del proceso de esterilización.

INDICADOR N°1

En la Figura 4.7 se muestra el primer indicador de Clase I que verifica si el proceso llegó a la temperatura ajustada (134°C).

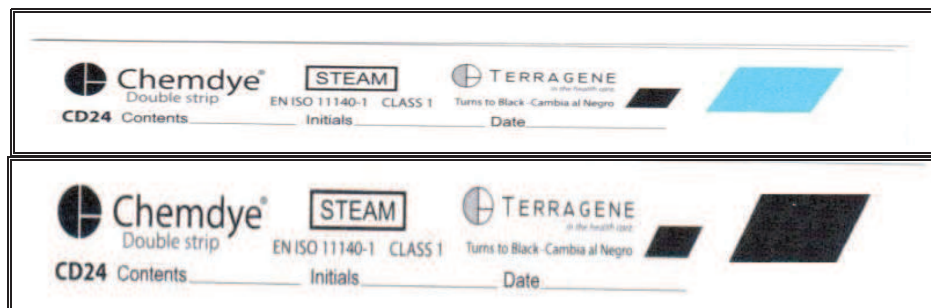


Figura 4.7 Indicador Clase I, Prueba de Temperatura deseada.

El resultado fue satisfactorio ya que el indicador químico marca Chemdye, evidencio, mediante el cambio de color que el proceso llego a una temperatura de 134°C.

INDICADOR N°2

En la Figura 4.8, indicador de clase II, muestra si la eliminación de aire al interior de la cámara es correcta y también la eficacia en la penetración del vapor dentro del paquete.

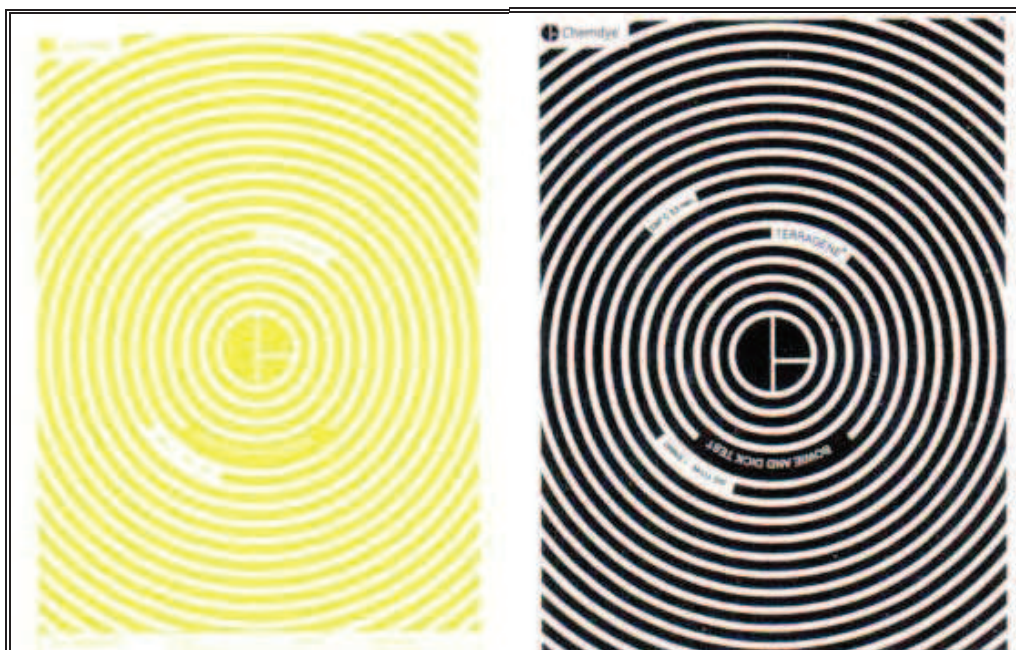


Figura 4.8 Indicador Clase II, Eliminación de Aire es correcta.

El resultado de la prueba fue satisfactorio ya que el indicador, mediante su cambio de color evidencio que en el proceso el aire fue extraído en su totalidad y que el vapor estuvo en pleno contacto con el instrumental.

INDICADOR N°3

En la Figura 4.9 el indicador Clase VI permite determinar si los paquetes sometidos al proceso están o no estériles.



Figura 4.9 Indicador Clase VI, Proceso de esterilización Correcto.

Este indicador permite conocer e interpretar de una manera confiable si el proceso se llevó a cabo en todas sus fases y de esta manera determinar si la carga que fue sometida esta estéril. El resultado de esta prueba fue satisfactorio por la evidencia del cambio de color en el indicador.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- En los procesos de esterilización se debe tomar en cuenta que su efectividad se mide en términos todo/nada; es decir, que un instrumental está o no estéril, sin rangos intermedios.
- El uso de temporizadores externos al PLC facilita a los operadores el ajuste rápido de los tiempos de esterilización y secado, permitiendo esterilizar otro tipo de material médico como guantes, ropa, gasas etc.
- En el esterilizador de instrumental médico-metálico, el control de temperatura no necesariamente debe mantener este parámetro en exactamente 134°C, ya que una temperatura superior a los 134°C garantiza la esterilización y no afecta a los instrumentales en su forma y característica, lo que sí podría suceder con guantes o recipientes médicos.
- El panel de control fue concebido de una manera amigable e intuitiva, a fin de facilitar la operación del esterilizador por parte del personal de enfermería.
- La características constructivas y el control de la máquina ofrecen una elevada seguridad a los operadores, ya que solo en condiciones seguras y estrictas de operación (vapor, puertas cerradas) el esterilizador iniciará el proceso, y mientras se encuentra en cualquier etapa del proceso de esterilización no permitirá la apertura de ninguna puerta.
- El tiempo de esterilización ha disminuido ya que la extracción de vapor se la hace a través de una bomba y un tubo Venturi, a diferencia de otros

modelos de esterilizadores que el vapor sale por su propia gravedad y presión interna.

- Por los resultados obtenidos, considero que se cumplieron los objetivos del proyecto en gran medida.

5.2 RECOMENDACIONES

- Antes de utilizar y operar el esterilizador se recomienda leer detenidamente el Manual de Usuario.
- Las canastas donde se colocan los paquetes deben ser diseñadas inicialmente con la separación adecuada entre los mismos, de tal manera que la circulación de vapor y aire sea la adecuada.
- Antes de ajustar las variables de temperatura y tiempo de esterilización es estrictamente necesario conocer el tipo y las características del material a esterilizar.
- Se recomienda la instalación de un generador de vapor de emergencia a fin de mantener operando el esterilizador, en caso de falla o mantenimiento del generador principal.
- El plan de mantenimiento de los esterilizadores debe ser coordinado con el mantenimiento de los calderos, de tal forma que la paralización del área de esterilizado sea programada y lo más corto posible.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Departamento de Estudios de Antonio Matachana S.A., “principios básicos para la introducción en la esterilización a vapor.” Barcelona España. 2002.
- [2] Tratamiento térmico en la industria. www.hrs-heatexchangers.com/es/recursos/tratamiento-termico-en-la-industria-alimentaria.aspx
- [3] Autoclaves de mesa Con post y pre Vacío. <http://www.tuttnauer.com/sites/default/files/Table-Top-Pre-Post-Vacuum-Autoclave-Spanish.pdf>
- [4] Autoclaves AH-21 B Plus. RAYPA. <http://www.raypa.com/index.php?seccio=productes&id=7&idproducte=23>
- [5] Carvallo J. Vargas R. “Valvulas de Solenoide”. Departamento de Ingeniería Electrónica, Universidad Técnica Federico Santa María. Chile. 2003.
- [6] Métodos de esterilización <http://www.shadetattoo.com/pdf/M%C3%89TODOS%20DE%20ESTERILIZACI%C3%93N.pdf>
- [7] Instituto Schneider Electric de Formación. “Manual Twido Suite”. Barcelona España. 2008.
- [8] Manual de Esterilización y Desinfección. Ministerio de Salud Chile. Noviembre 2001. <http://es.scribd.com/doc/18677077/Manual-Esterilizacion-MINSAL>

- [9] Aspirador Venturi
<http://www.sabelotodo.org/quimica/aspiradorventuri.html>
- [10] Tratamientos térmicos.
http://www.unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes_Final_es_Investigacion/Enero2012/IF_ENERO%202012/IF_CACERES_PAREDES_FIPA/Informe_final_Investigacion_Proyecto_2011.pdf
- [11] Manual de Desinfección y Esterilización Hospitalaria. Lima-Peru. Ministerio de salud Pública. 2002
http://www.minsa.gob.pe/pvigia/publicaciones/infecciones%20intraosp/14manual_desinfeccion_esteri_hosp.pdf
- Principios de tratamientos térmicos.
www.colombiatrading.com.co/sites/default/files/principios%20de%20tratamientos%20termicos.pdf
- Mathematical Model of Thermal Destruction of Bacillus Stearothermophilus Spores. Gerard Abraham, Emile Debray, Yves Candau and George Piar Laboratoire de Thermique Industrielle, Institut Universitaire de Technologie-Universite Paris XII.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC184901/?page=1>
- Principios de funcionamiento de un Esterilizador a vapor.
http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/Curso_I_Clinica07/ESTERILIZADORES_I.pdf
- Angulo, Pablo; "Diagramas de Control Industrial", Facultad de Ingeniería Eléctrica, Quito Ecuador 1990.
- Creus Sole, Antonio., "Instrumentación Industrial", Editorial Alfaomega. Barcelona España 1997.

ANEXO A

- MANUAL DE USUARIO Y MANTENIMIENTO ESTERILIZADOR A VAPOR

ESTERILIZADORES A VAPOR

“GONZALO GUERRA M.”



MANUAL DE USUARIO Y MANTENIMIENTO

Guía de operación Básica del Esterilizador
a vapor para instrumental médico.

INTRODUCCIÓN

En un hospital o centro sanitario, es necesario que todo producto y material usado para el tratamiento de los pacientes sea absolutamente seguro en su uso ya que el riesgo de contagio de enfermedades debe mantenerse lo más bajo posible. La limpieza, la descontaminación y la esterilización son métodos imprescindibles para combatir este peligro. La demanda para encontrar procedimientos apropiados para el control de infecciones se ha incrementado enormemente, especialmente desde la aparición de enfermedades como el SIDA, de rápida diseminación a escala mundial. Además, enfermedades como la hepatitis B, que pueden ser transmitidas por instrumentos quirúrgicos contaminados, han estimulado la creación de normas y reglamentos más estrictos para los procedimientos de descontaminación y esterilización.

El presente manual, está dirigido a todo aquel personal que opera el esterilizador y para el personal que proporciona cierto mantenimiento preventivo. En el manual se da una guía de uso general, así como instrucciones de limpieza, cuidado y mantenimiento preventivo.

1 ESTERILIZACIÓN

La esterilización es la destrucción de cualquier tipo de gérmenes patógenos, es decir que se refiere exclusivamente a la muerte de aquellos organismos perjudiciales a la salud de los seres humanos, así como también a la destrucción de una forma de vida especial de las bacterias como lo son las esporas.

La efectividad de la esterilización está en función de la concentración del agente esterilizante (vapor, aire caliente, óxido de etileno, etc.). La efectividad también descansa en una buena asepsia, es decir la limpieza exigente de los materiales a esterilizar, este debe ser rigurosamente el primer paso para la esterilización

2 ESTERILIZACIÓN USANDO VAPOR

Existen varios procedimientos de Esterilización, los más extendidos son: A base de Vapor (de agua) o también llamado calor húmedo, a base de aire caliente, para lo cual se usan los Hornos esterilizadores, y esterilización en frío (a base de vapores o gases de formaldehído o etileno), para lo cual se utilizan dispositivos especiales.

El calor húmedo en la forma de vapor saturado bajo presión, es el medio más confiable conocido, para la destrucción de todas las formas de vida microbiana. El poder destructor de microbios está compuesto de dos factores, los cuales son ambos esenciales: humedad y calor. El vapor atmosférico (que fluye) no tiene valor para la esterilización quirúrgica. También el agua hervida no es microbicida adecuado y su uso no debe de ser recomendado cuando hay vapor bajo presión disponible. El vapor saturado tiene algunas características, las cuales se convierten en ventajas, estas son:

- Calentamiento y penetración rápida de los textiles o telas.
- La destrucción de las esporas bacterianas más resistentes en un breve intervalo de exposición.
- El control fácil de la calidad y letalidad para los materiales y suministros
- No deja residuo tóxico en los materiales después del proceso de esterilización.
- Es el agente esterilizador más económico.

Hoy en cada hospital moderno, se encuentran una variedad de esterilizadores o autoclaves, cada una realiza un servicio vital de protección del paciente y empleado contra la infección, pero todos están pendientes de la aplicación de ciertos principios fundamentales relacionados con el uso del vapor como agente esterilizador.



FIGURA 1. ESTERILIZADOR A VAPOR

3 PREPARACIÓN DE PAQUETES

- a) Los elementos de lencería, utilizados para empacar los materiales, deberán lavarse antes de ser sometidos a un nuevo proceso de esterilización. Esto es para evitar el resecamiento de las fibras textiles.

- b) El tamaño y la densidad de los paquetes deberá ser tal que permita una penetración uniforme y completa del vapor, con un apreciable margen de seguridad, en un tiempo promedio de 30 minutos a una temperatura de 121°C.

- b) Las dimensiones máximas de los paquetes no deberán exceder los 30 X 30 X 50 cm. y su peso máximo no debe sobrepasar 12 lbs.

- c) Los paquetes deberán envolverse de manera que queden algo flojos e irán dispuestos de manera que permitan una libre circulación del vapor en el centro de los mismos.

- e) La envoltura o cubierta protectora de los paquetes deberá proporcionar protección contra la contaminación por contacto después de la esterilización.

- f) Deben utilizarse envolturas de doble pared, fabricadas en muselina, tela victoria, u otro material equivalente para cubrir los paquetes que contengan material quirúrgico. En general la envoltura debe poseer características filtrantes, sin obstaculizar el paso del vapor.

- g) No se recomienda la utilización de lona o lienzo para la fabricación de las envolturas, ya que debido a la densidad de su tejido dificultan el flujo de vapor.

h) El celofán es impermeable al vapor y no deberá utilizarse como envoltura de los paquetes a ser esterilizados. Ciertos artículos de pequeño tamaño pueden ser esterilizados en fundas de celofán, siempre y cuando estas contengan humedad en su interior.

i) Puede utilizarse papel, previa determinación de sus cualidades protectoras y de impermeabilidad. Los paquetes grandes no deben envolverse en papel, pues este podría volverse frágil, con el consiguiente peligro de contaminación.

j) Existen varios métodos para asegurar los paquetes, clips, alfileres y grapas no son recomendados pues pueden rasgar el envoltorio, y facilitar la contaminación. Si se recomiendan las cuerdas, cintas adhesivas, etc.

k) A cada paquete se le debe colocar un pedazo de cinta testigo, póngale la fecha, el día, año, así usted está seguro de que el material ya ha pasado por el proceso de Autoclave.

l) Recuerde que el testigo no le indica que el material está esterilizado, sino que pasó por este proceso.

m) Recuerde que el material no dura más de 3 días estéril, pasado estos días vuélvalo a esterilizar, por seguridad del paciente.

n) Las cintas adhesivas sensibles al vapor pueden ser utilizadas para armar los paquetes e indicar que han sido sometidos a esterilización, más no para asegurar la esterilidad del contenido.

o) No incluya dentro del mismo paquete material con diferentes tiempos de esterilización.

p) El método utilizado para envolver los paquetes deberá garantizar el mantenimiento de las condiciones de esterilidad de los materiales durante su almacenamiento.

q) Los indicadores disponibles deben ser colocados en cada uno de los paquetes cuando son de clase I o II.

4 OPERACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL ESTERILIZADOR A VAPOR "GONZALO GUERRA M."

El esterilizador a vapor posee un panel de control en la parte frontal, donde se visualiza cada una de las etapas del proceso y se realiza la configuración de valores nominales. Los valores nominales a programar son temperatura de esterilización, tiempo de esterilización y tiempo de secado. A demás de la configuración de valores nominales en la parte frontal es el lugar por el cual se realiza la carga del esterilizador, es decir es el lugar por donde se ingresa los paquetes que se desea esterilizar.



FIGURA 2. PANEL DE CONTROL FRONTAL

En el panel posterior se visualiza si el esterilizador esta energizado, si el esterilizador está trabajando o si el proceso llego a su fin. A demás se realiza el control de la puerta posterior y es el lugar por donde se saca los paquetes esterilizados.



FIGURA 3. PANEL DE CONTROL POSTERIOR

4.1 PARAMETROS DE CONFIGURACIÓN

Previo a la configuración de parámetros el equipo debe ser energizado a través del SWITCH GENERAL, una vez energizado la respectiva luz piloto del switch general y los estados de la puerta (Abierta o Cerrada) se encenderán.



FIGURA 4 ENCENDIDO DEL ESTERILIZADOR

Una vez energizado se puede abrir o cerrar la puerta frontal para la carga de paquetes a esterilizar.

Los parámetros de configuración dependen del material a esterilizar, por el tipo de esterilizador que está construido podemos esterilizar dos tipos de material como se muestra en la siguiente tabla:

MATERIAL	TEMPERATURA	TIEMPO DE ESTERILIZACIÓN	TIEMPO DE SECADO
INSTRUMENTAL O TEXTIL	134-135 °C	7 min.	15 min.
CAUCHOS	120 -121 °C	20 min.	15 min.



FIGURA 5. CONFIGURACIÓN DE PAREMETROS

Después de realizar la configuración de parámetros para el proceso de esterilización se realiza la carga de los paquetes dentro del esterilizador.

Una vez que el esterilizador ha sido cargado con todos los paquetes, se debe verificar que en el panel frontal este encendido la luz piloto de "DISPONIBLE" para presionar el pulsador "MARCHA" y que el proceso empiece.



FIGURA 6. INICIO DEL PROCESO.

Las luces piloto indican cada una de las fases del proceso de esterilización:

- PREPARACIÓN
- ESTERILIZACIÓN
- SECADO
- IGUALACIÓN
- FIN PROCESO

Al final del proceso se tiene una alarma audible que indica que el proceso ha terminado y puede ser descargado y almacenado los paquetes.



FIGURA 7. DESCARGA Y ALMACENAMIENTO DE PAQUETES.

5 MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL OPERADOR.

RUTINA DIARIA:

- a) Quite el filtro ubicado en el drenaje de la cámara y límpielo de pelusa y sedimentos bajo chorro de agua.
- b) Limpie con un trapo húmedo los paneles frontales del equipo donde se acumule el polvo.
- c) Verifique el estado de manómetros y termómetros.
- d) Asegúrese del buen estado de las válvulas.
- e) Controlar que no existan fugas de vapor.

RUTINA TRIMESTRAL:

- a) El mantenimiento electro-mecánico del esterilizador estará a cargo del personal de la empresa Gonzalo Guerra.
- b) Verificar los ajustes de tuberías a cada uno de los actuadores.
- c) Verificar que las señales de los presóstatos estén calibradas a los valores deseados. (Alta presión: 2,2 Bar / Baja Presión:-0,6 Bar).
- d) Verificar el estado de los empaques de puerta (es el área más sensible al momento de presentar fugas.)
- e) Verificar que el tanque de agua no presente fugas.
- f) Verificar el estado de las mangueras de aire.
- g) Verificar el estado de los fines de carrera de cada puerta.

6 PROBLEMAS COMUNES Y CAUSAS.

PROBLEMA	CAUSA
Luz piloto Disponible nunca se enciende	No existe presión en la acometida de principal de vapor. Verificar presión en la antecámara.
No genera los pre-vacíos y vacíos.	La salida del PLC que controla el contactor de la bomba no se activa. La protección del guardamotor esta activada. La bobina del contactor se quemó.
No se logró la temperatura de esterilización.	La presión de vapor en la acometida no es la correcta. Existen fugas de vapor.
No suena la alarma de Fin de proceso.	El presóstato de presión cero no da señal. Verificar en las luces piloto el fin de proceso.
Los paquetes salen mojados.	El drenaje de la cámara esta obstruido. El esterilizador fue sobrecargado. La trampa de vapor no trabaja.
Los indicadores químicos no marcan.	El tiempo de esterilización es demasiado corto. El esterilizador esta sobrecargado. Calibración de presóstatos.



SI LA FALLA PERSISTE COMUNICARSE CON LA EMPRESA

“GONZALO GUERRA M.” CEL: 0984188308

ANEXO B

- DIGRAMAS ELÉCTRICOS Y NEUMÁTICOS.

DIAGRAMA DE FUERZA ALIMENTACIÓN BOMBA

220 VAC / 10 AMP / 60 HZ

TABLA DE REFERENCIAS

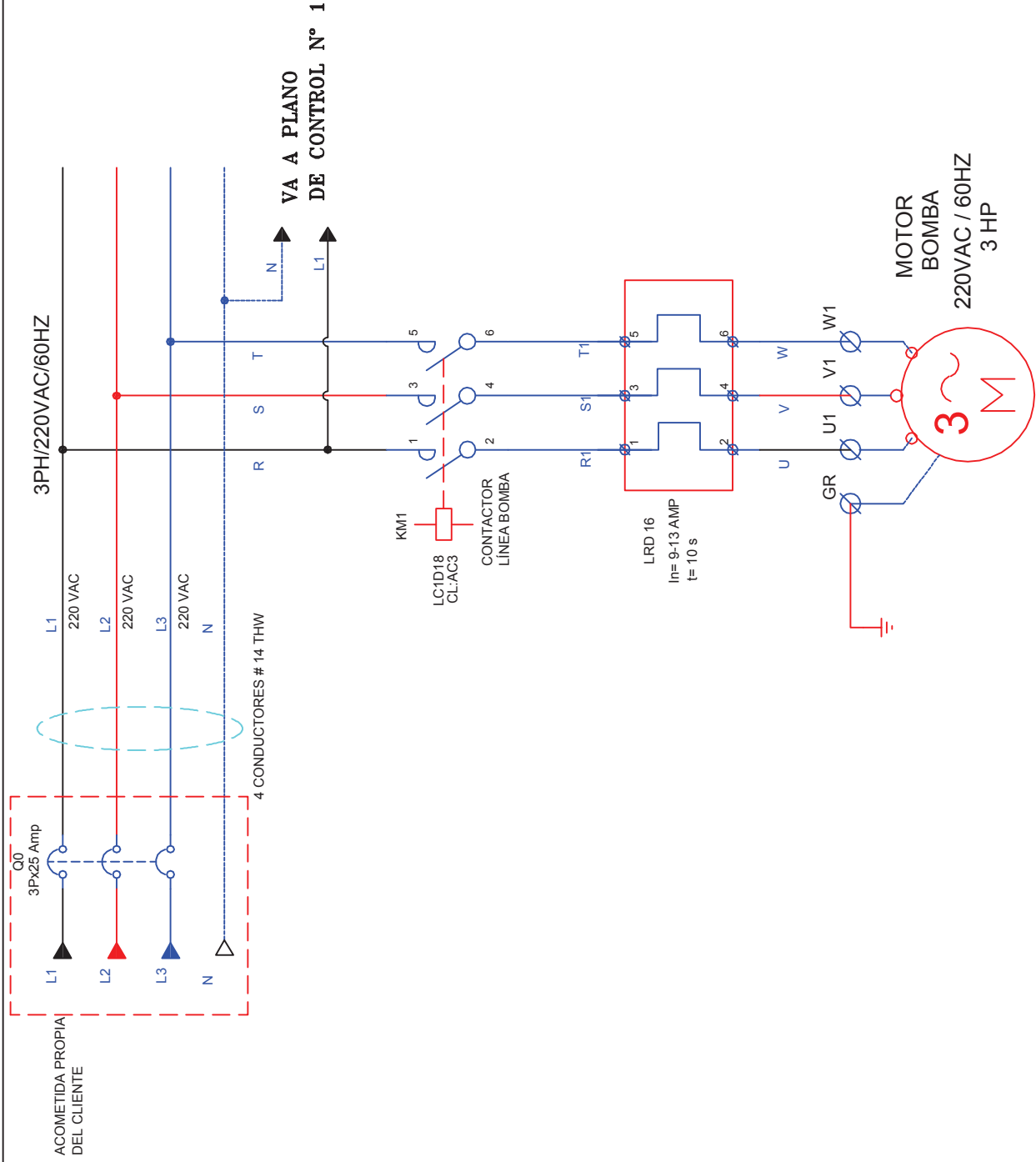


TABLA DE REFERENCIA

Ref.	Cant.	Descripción	Marca/Cat.
Q0	1	Disyuntor de riel Din. 3Px25 Amp	Schneider C60N
KM-1	1	Contacto: 3Px9Amp, bobina a 120Vac. CL: AC3	Schneider LC1-D18
LRD-16	1	Relé Termico. Corriente regulable de 9 a 13 Amp. Clase 10.	Schneider LRD
3M	1	MOTOR 3 HP/220 VAC / 60 Hz. Letra clave: F	PEDROLLO FOROS

NOTAS GENERALES
GENERAL NOTES

PLANOS REFERENCIALES

DIBUJO EMITIDO DRAWING ISSUED

ADQUISICION PARA CONSTRUCCION

PARA REVISION PARA APROBACION

PARA DISEÑO PARA INFORMACION

REVISION AS BUILT

FECHA DATE

A. 10/05/2017

REVISOR CHECK BY

S.A. G.C.D.

DESCRIPCION DESCRIPTION

PARA APROBACION

PROYECTO: ESTERILIZADOR A VAPOR "GONZALO GUERRA"

PRODUCT

CONTAINS:

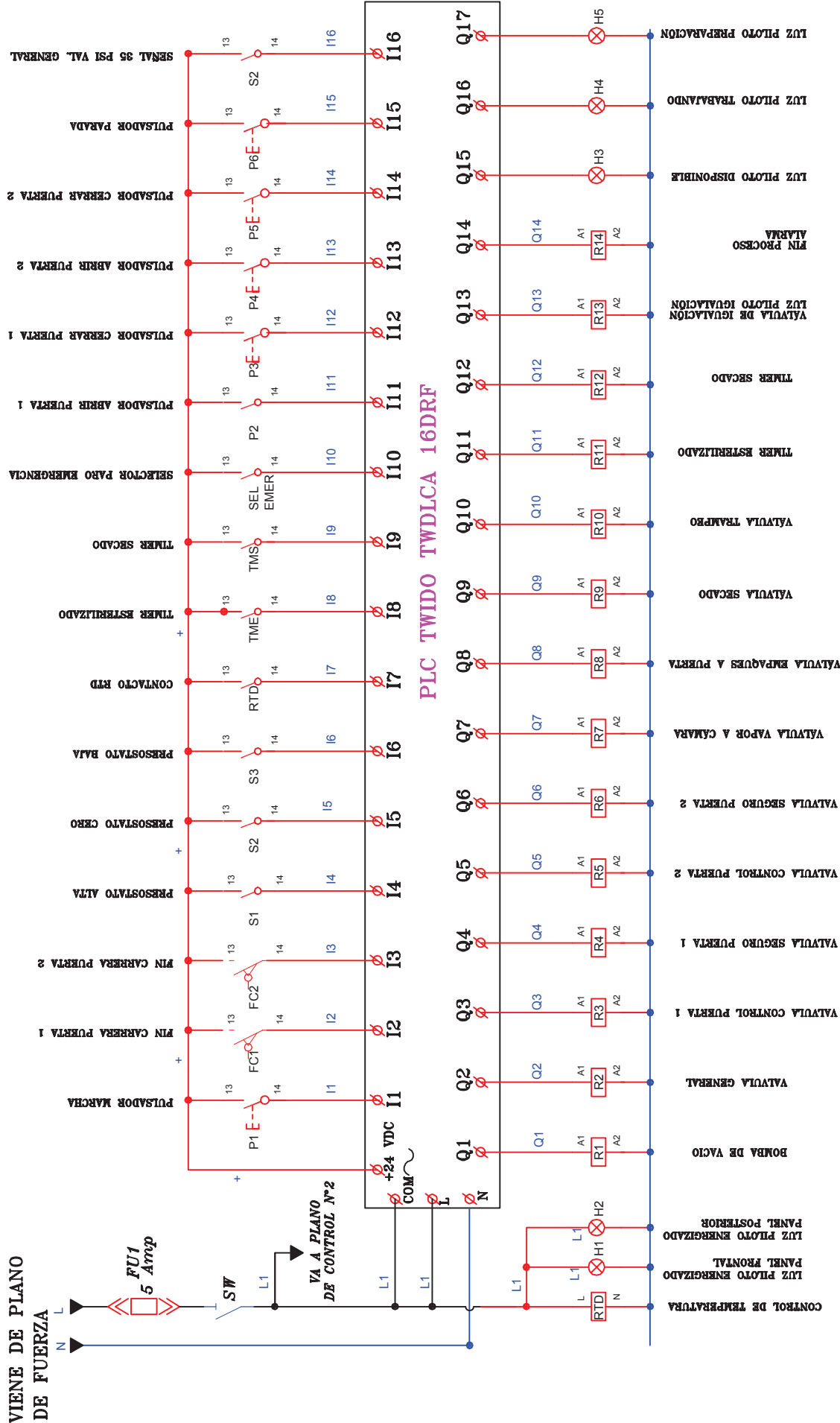
DIAGRAMAS DE POTENCIA BOMBA DE VACIO

PLANO No. DRAWING No.:

PAG. 1/1

DIAGRAMA DE CONTROL-ENTRADAS Y SALIDAS PLC TWIDO

24 VDC ENTRADAS / 120 VAC SALIDAS



REV.	FECHA	DESCRIPCION	REVISOR	PROYECTO	BLOQUE
1	10/01/2023	REVISION PARA APROBACION	SA	ESTERILIZADOR A VAPOR "GONZALO GUERRA"	CONTIENE: DIAGRAMAS DE CONTROL ENTRADAS Y SALIDAS DEL PLC TWIDO

REVISADO	REVISOR	PROYECTO	BLOQUE
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ESTERILIZADOR A VAPOR "GONZALO GUERRA"	CONTIENE: DIAGRAMAS DE CONTROL ENTRADAS Y SALIDAS DEL PLC TWIDO

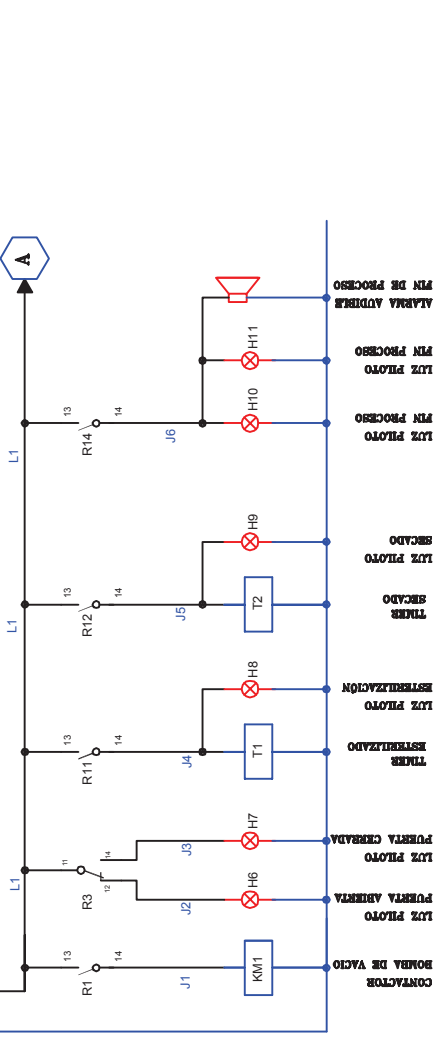
REVISADO	REVISOR	PROYECTO	BLOQUE
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ESTERILIZADOR A VAPOR "GONZALO GUERRA"	CONTIENE: DIAGRAMAS DE CONTROL ENTRADAS Y SALIDAS DEL PLC TWIDO

DIAGRAMA DE CONTROL RELES AUXILIARES DE CONTROL

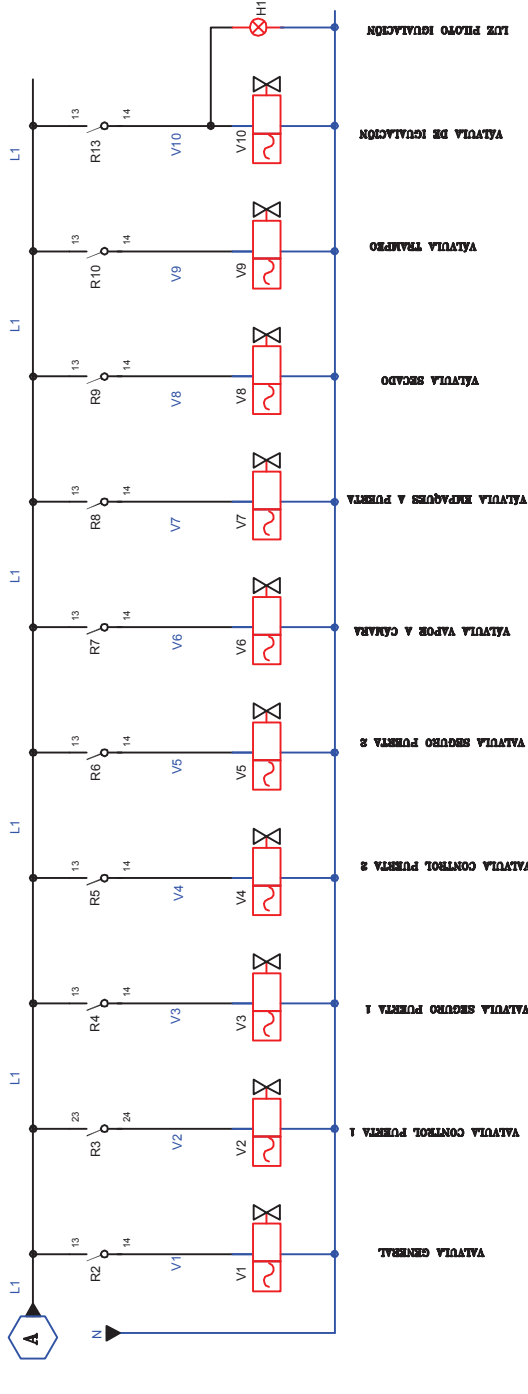
RELES A 120 VAC SALIDAS

VIENE DE PLANO DE CONTROL N°1

VA A CONTROL DE VALVULAS A



VIENE DE "A"



NOTAS GENERALES
GENERAL NOTES

PLANO REFERENCIALES

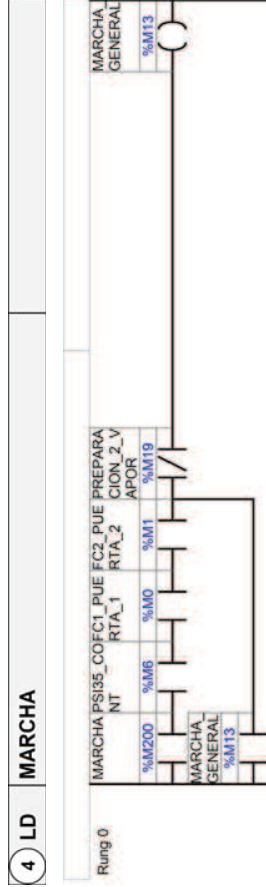
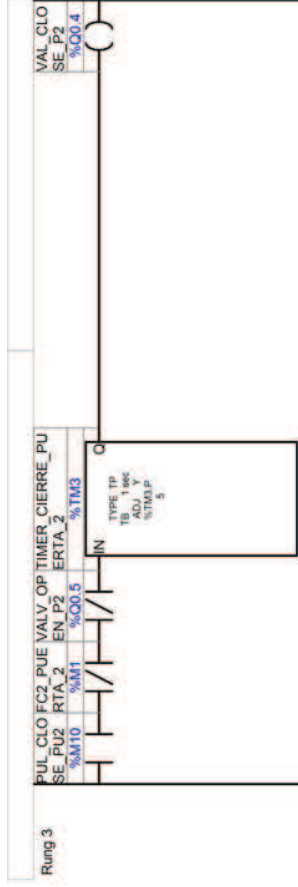
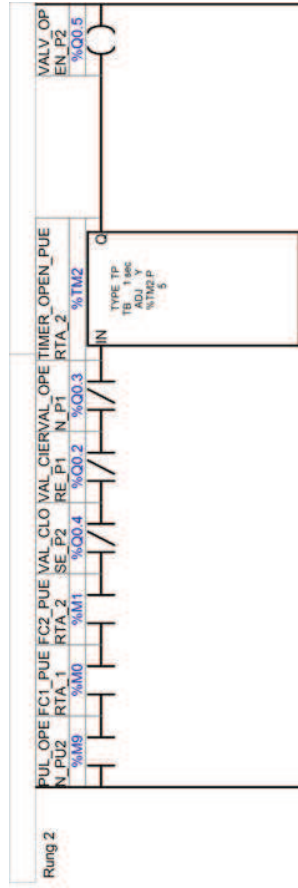
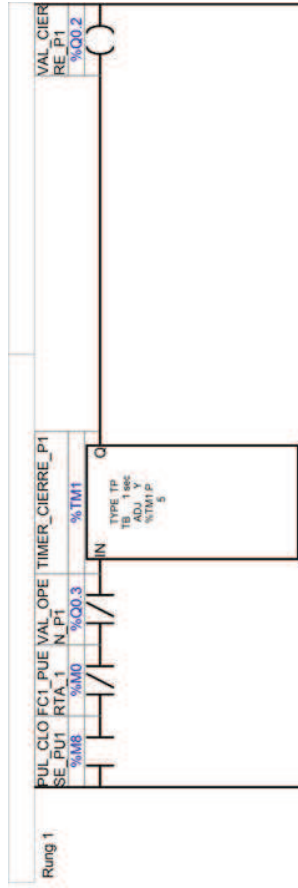
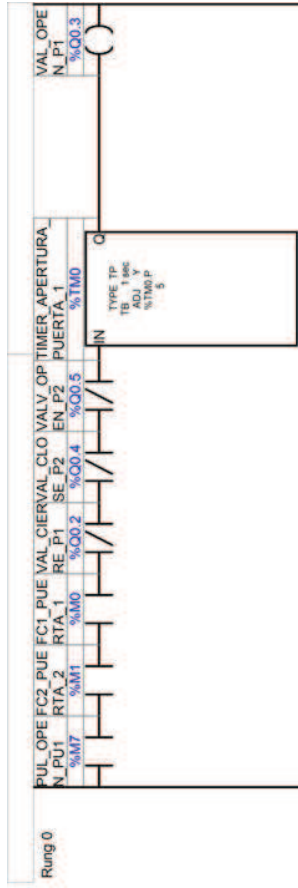
DIBUJO EMITIDO PARA CONSTRUCCION

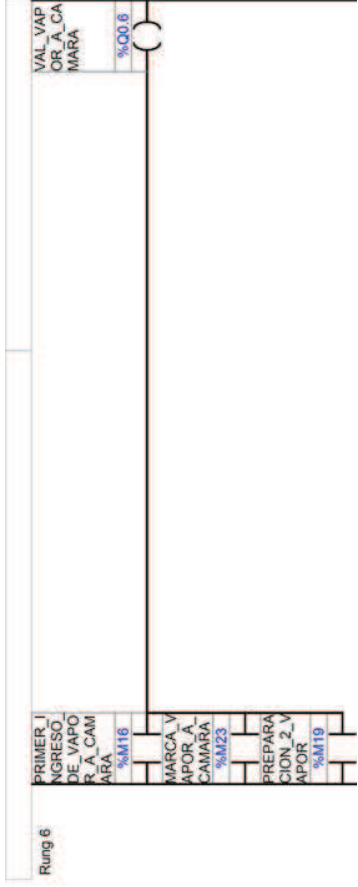
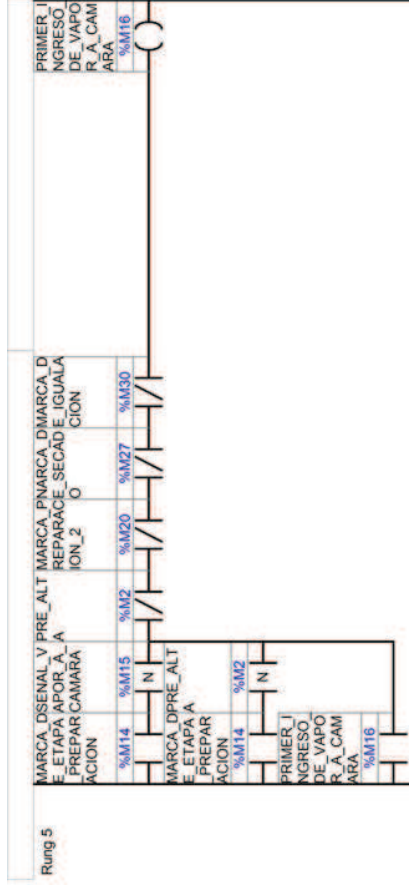
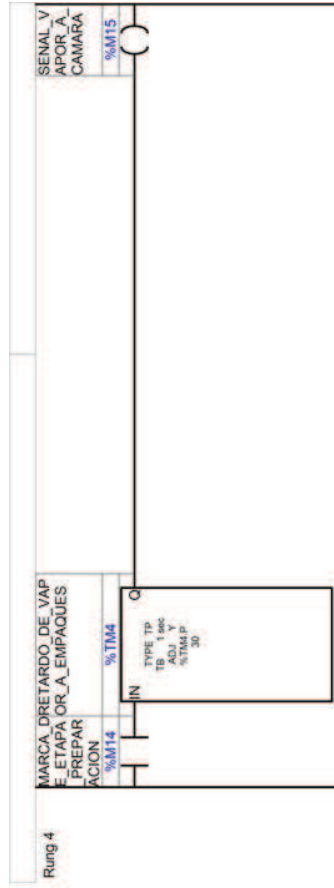
FECHA: 14/05/2018
DESCRIPCION: PARA AYUDA DE MONTAJE

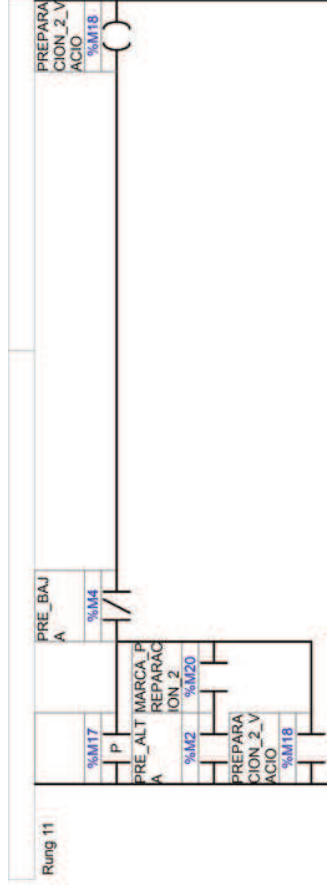
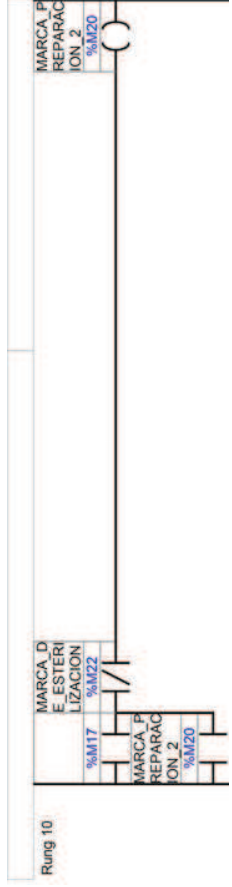
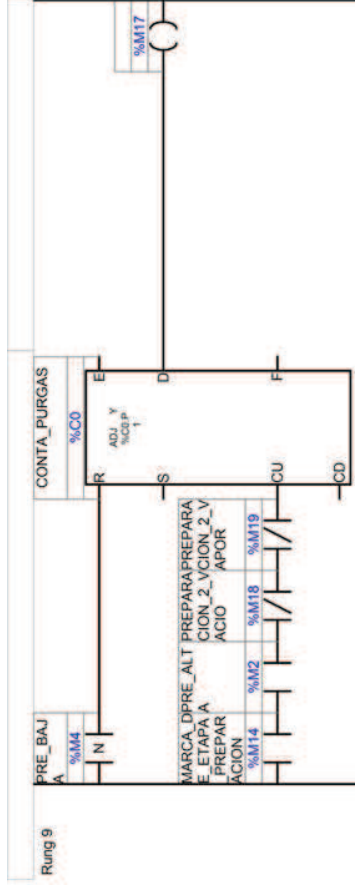
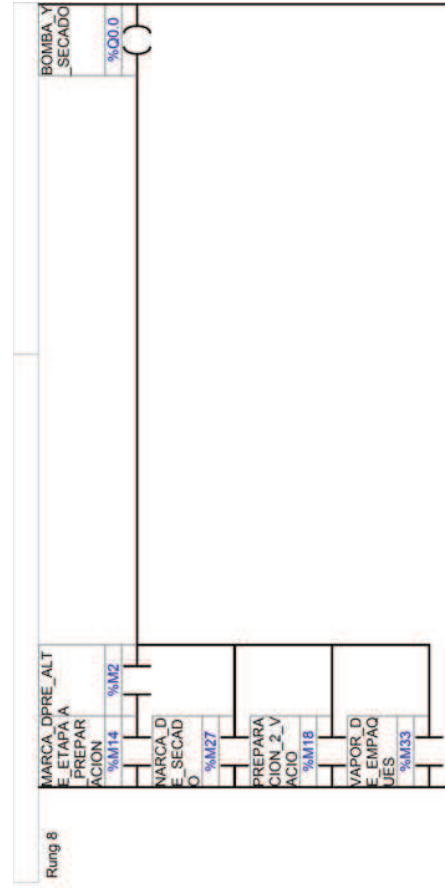
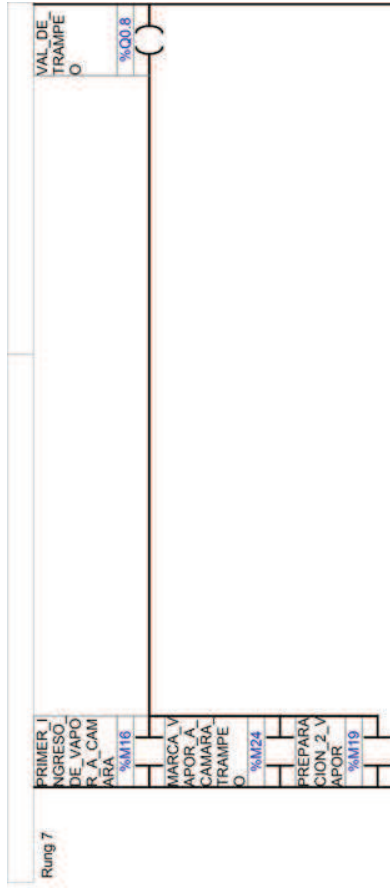
PROYECTO: ESTERILIZADOR A VAPOR "GONZALO GUERRA"
CONTIENE: DIAGRAMAS DE CONTROL ENTRADAS Y SALIDAS DEL P.L.C TMDIO

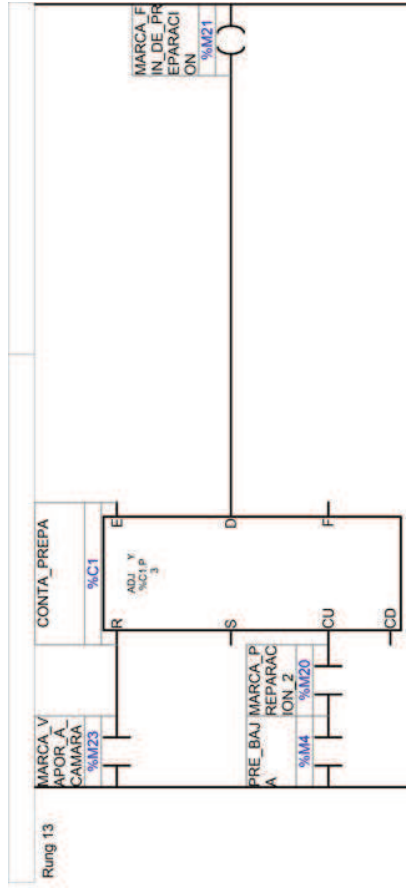
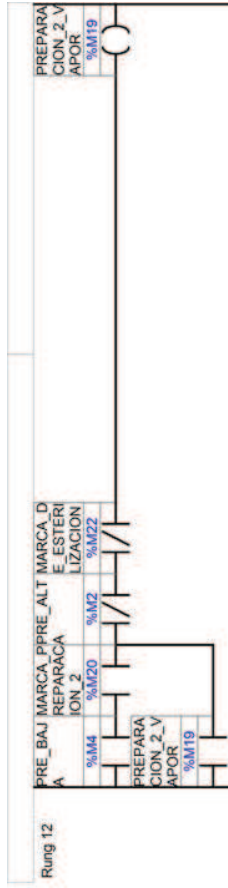
ANEXO C

- SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN PLC TWIDO LENGUAJE LADDER.

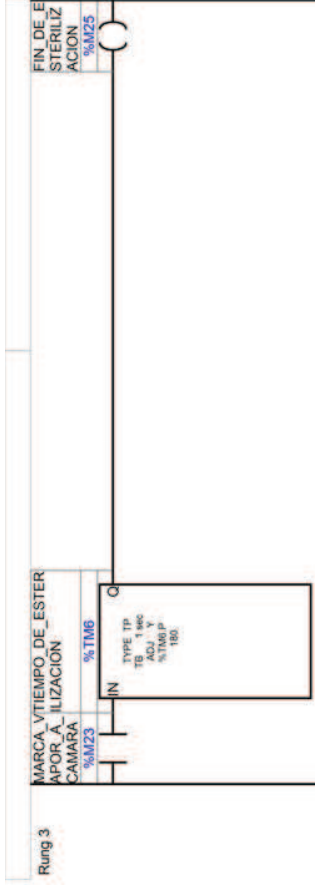
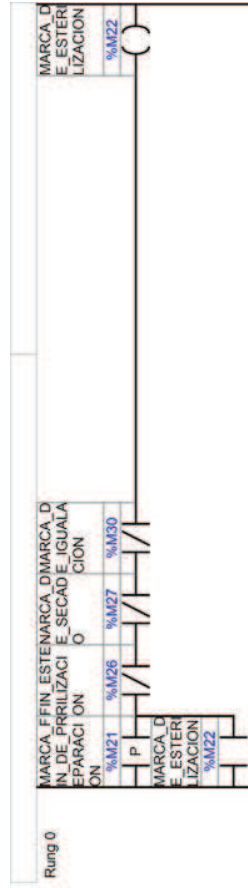




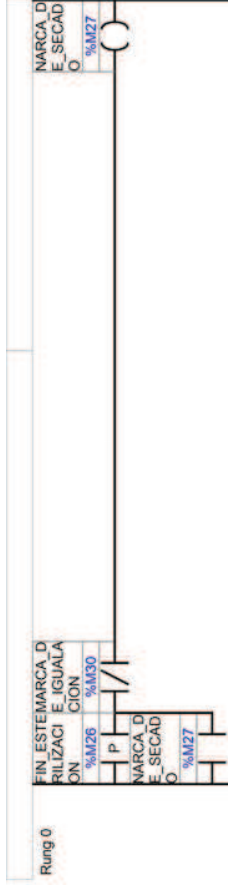


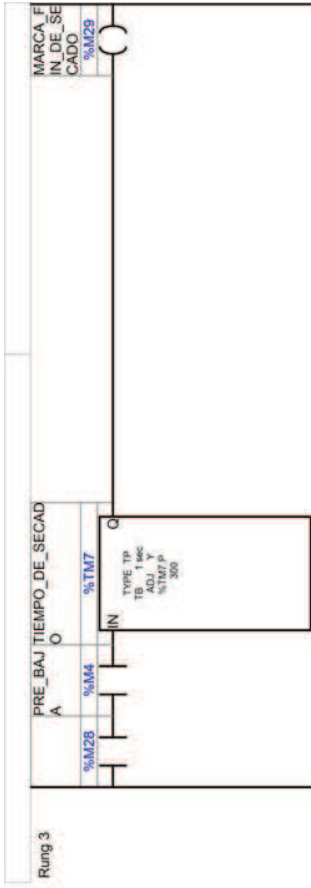


6 LD ESTERILIZACION

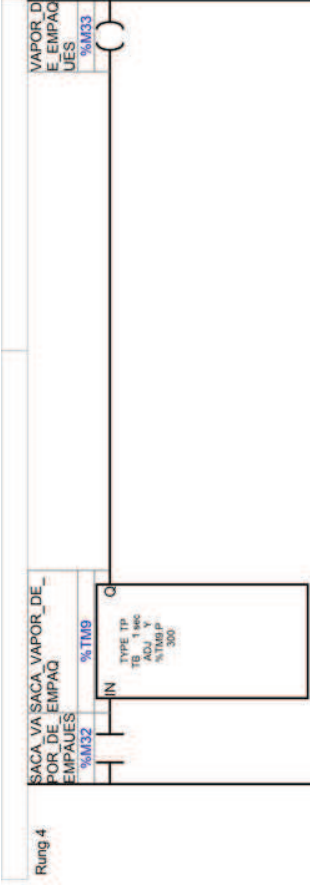
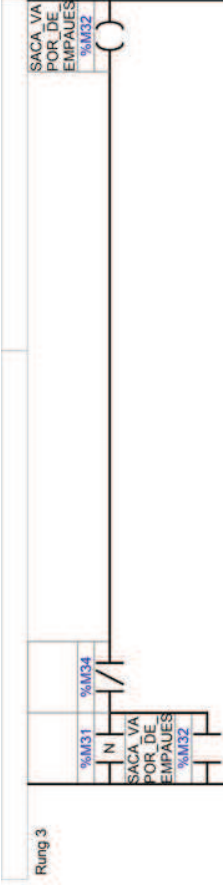
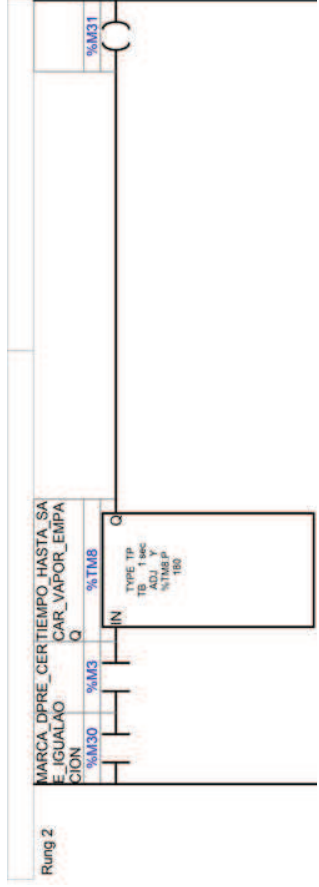
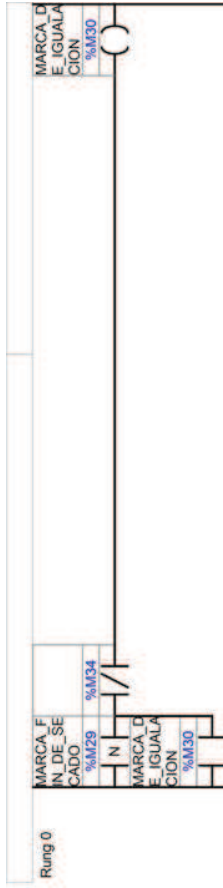


7 LD SECADO





8 LD IGUALACION



ANEXO D

- DATOS TECNICOS PLC TWIDO

Autómatas programables Telemecanique Twido

Bases compactas

Presentación y referencias

Presentación y referencias

Presentación

La gama de autómatas programables compactos Twido ofrece una solución "todo en uno" con dimensiones reducidas. Existen tres bases de autómatas compactos distintas, diferenciadas por la capacidad de tratamiento y el número de entradas 24 Vdc y de salidas de relé (10, 16, 24 y 40 entradas/salidas). Todas las bases compactas se alimentan con corriente alterna entre 100 y 240 Vac con una tensión 24 Vdc utilizada para alimentar los captadores. Ese tipo de bases compactas presenta las siguientes ventajas:

- La posibilidad de ampliar y de añadir módulos opcionales ofrece al usuario el mismo grado de flexibilidad que las plataformas de automatismos de mayor entidad. Las bases compactas de 24 entradas/salidas, TWD LCAA 24DRF admiten hasta 4 módulos de ampliación de entradas/salidas TON y/o analógicas (que corresponde a una configuración de 64 entradas/salidas), módulos opcionales, como visualizadores numéricos, cartuchos de memoria, reloj calendario, así como un puerto de comunicación RS 485 o RS 232C adicional.
- El autómata compacto aporta también una gran flexibilidad de cableado. Las ampliaciones (con la base TWD LCAA 24DRF) ofrecen distintas posibilidades de conexión, como borneros con tornillos desenchufables o conectores de tipo resorte, que permiten realizar un cableado sencillo, rápido y seguro. Con el sistema TwidoFast se puede precablear asociando los módulos con conectores de tipo HE 10 a:
 - cables preequipados con hilos libres en uno de los extremos, que pueden conectarse directamente a los captadores/preaccionadores,
 - los kits TwidoFast (conjunto de cables de conexión y bases Telefast).
- El visualizador y la memoria que opcionalmente pueden conectarse a la base facilitan los procesos de ajuste, transferencia y grabación de las aplicaciones. El visualizador numérico se puede utilizar como herramienta de visualización y de ajuste local.
- Con el software TwidoSoft se puede programar fácilmente a partir de instrucciones en lenguaje lista de instrucciones o de elementos gráficos en lenguaje de contactos. Utiliza los mismos objetos y las mismas instrucciones que el software PL7-07, que sirve para programar los autómatas Nano. El software TwidoSoft permite reutilizar con los autómatas Twido las aplicaciones existentes del autómata Nano, importando un fichero ASCII.



TWD LC A/LC E 40DRF



TWD LC A 10DRF



TWD LC A 16DRF



TWD LC A 24DRF

Bases Compactas

Alimentación CPU	Número de E/S	Entradas Sink/Source	Salidas	Memoria Programa	Nº Módulos Ampliación E/S	Tipo de Conexión	Referencia
100...240 Vac	10 E/S	6 E 24 Vdc	4 S Relé	700 Inst.	No	Bornera	TWDLCAA10DRF
	16 E/S	9 E 24 Vdc	7 S Relé	2000 Inst.	No	Bornera	TWDLCAA16DRF
	24 E/S	14 E 24 Vdc	10 S Relé	3000 Inst.	4 Módulos	Bornera	TWDLCAA24DRF (1)
	40 E/S	24 E 24 Vdc	2 S Tr. 14 S Relé	3000 Inst.	7 Módulos	Bornera	TWDLCAA40DRF (2)
24 Vdc	10 E/S	6 E 24 Vdc	4 S Relé	700 Inst.	No	Bornera	TWDLCA10DRF
	16 E/S	9 E 24 Vdc	7 S Relé	2000 Inst.	No	Bornera	TWDLCA16DRF
	24 E/S	14 E 24 Vdc	10 S Relé	3000 Inst.	4 Módulos	Bornera	TWDLCA24DRF (1)
	24 E/S	14 E 24 Vdc	10 S Relé 2 S Tr.	3000 Inst.	4 Módulos	Bornera	TWDLCA24DRF (1)
	40 E/S	24 E 24 Vdc	14 S Relé	3000 Inst.	7 Módulos	Bornera	TWDLCA40DRF (2)

Bases Compacta con Puerto Ethernet incorporado (10/100 Mbps)

Alimentación CPU	Número de E/S	Entradas Sink/Source	Salidas	Memoria Programa	Nº Módulos Ampliación	Tipo de Conexión	Referencia
100-240 Vdc	40 E/S	24 E 24 Vdc	14 S Relé	3000 Inst.	7 Módulos	Bornera	TWDLCAE40DRF
			2 S Tr.				
24 Vdc	40 E/S	E 4 E 24 Vdc	14 S Relé	3000 Inst.	7 Módulos	Bornera	TWDLCE40DRF

- (1) 8E / 4S análogos como máximo.
(2) 15E / 7S análogos como máximo.

Autómatas programables Telemecanique Twido

Bases modulares y Pasarela Ethernet

Presentación y referencias

Presentación

La gama de autómatas programables modulares ofrece cinco bases, que se diferencian entre sí por la capacidad de tratamiento y el número y tipo de entradas/salidas (20 o 40 entradas/salidas conectadas mediante bornero con tornillos o conector HE 10, de salidas de relé o de transistor sink/source). Todas ellas pueden ampliarse con cualquier módulo de entradas/salidas (18 módulos TON y analógicos). Todas las bases modulares se alimentan con 24 Vdc. Esas bases modulares ofrecen:

- Una modularidad que se adapta a las necesidades de la aplicación a partir de una base que admite hasta 4 ó 7 módulos de ampliación de entradas/salidas TON o analógicas (según el modelo).
- Una oferta de módulos opcionales que proporciona al usuario el mismo grado de flexibilidad que las plataformas de automatismos de mayor entidad. Las bases modulares TWD LMDA admiten simultáneamente los módulos opcionales cartucho de memoria, reloj calendario y los módulos visualizador numérico o interface serie, cada uno de los cuales admite a su vez un segundo puerto de comunicación RS 485 o RS 232C.
- El autómata modular aporta también una gran flexibilidad de cableado. El usuario puede elegir entre distintas posibilidades de conexión, como los borneros con tornillos desenchufables, los conectores de tipo resorte o los HE 10, que permiten cablear de forma sencilla, rápida y segura. Con el sistema TwidoFast se puede precablear asociando los módulos con conectores de tipo HE 10:
 - a los cables preequipados con hilos libres en uno de los extremos, que pueden conectarse directamente a los captadores/preaccionadores,
 - a los kits TwidoFast (conjunto de cables de conexión y bases Telefast).
- Con el software TwidoSoft se puede programar fácilmente a partir de instrucciones en lenguaje lista de instrucciones o de elementos gráficos en lenguaje de contactos. Utiliza los mismos objetos y las mismas instrucciones que el software PL7-07, que sirve para programar los autómatas Nano. El software TwidoSoft permite reutilizar con los autómatas Twido las aplicaciones existentes del autómata Nano, importando un fichero ASCII.
- Las bases modulares incluyen:
 - 1 entrada analógica de tensión 0...10 V 8 bits (612 puntos),
 - 1 punto de ajuste analógico accesible desde la parte frontal. Este punto se puede ajustar en un valor comprendido entre 0 y 1.024. Este valor ajustable de 0 a 1.023 puntos se graba en las palabras del sistema y se actualiza con cada ciclo de scan.



TWD LMDA 20DRT



TWD LMDA 20DTK/20DUK



TWD LMDA 40DTK/40DUK



TWD NCO1M



499 TWD 01100

Pasarela Ethernet (10/100 Mbps)

Permite conectar cualquier PLC Twido a Ethernet. Requiere un PLC con Firmware 3.0 ó superior

Referencia
499TWD01100

Módulo Maestro CANOpen

Permite conectar cualquier PLC Twido a dispositivos inteligentes, orientado para máquinas e instalaciones

Referencia
TWDNCO1M

Bases Modulares

Alimentación CPU	Número de E/S	Entradas Sink/Source	Salidas	Memoria Programa	Nº Módulos Ampliación	Tipo de Conexión	Referencia
24 Vdc	20 E/S	12 E 24 Vdc	8 S Trans.	3000 Inst.	4 Módulos	HE 10 (1)	TWDLMDA20DTK (5)
			Source				
			8 S Trans.	3000 Inst.	4 Módulos	HE 10 (1)	TWDLMDA20DUK (5)
			Sink				
			6 S Relé	3000 Inst.	7 Módulos	Bornera	TWDLMDA20DRT (4)
			2 S Tr. Source (2)				
40 E/S	24 E 24 Vdc	16 S TR	16 S TR	3000 Inst.	7 Módulos	HE 10 (1)	TWDLMDA40DTK (4)
		Source (2)	Sink (2)				
			16 S TR	3000 Inst.	7 Módulos	HE 10 (1)	TWDLMDA40DUK (4)
			Sink (2)				

Autómatas programables Telemecanique Twido

Módulos de entradas/salidas "Todo o Nada"

Características: 6/14
Referencias: 6/15

Características

Características de las vías de entrada cc									
Tipo de módulos de entrada	TWD	DDI 8DT	DDI 16DT	DDI 16DK	DDI 32DK	DMM 8RT	DMM 8RT	DMM 16DT	DMM 16DRF
Número de vías de entrada	8	16	16	16	32	4	4	16	16
Tensión nominal de entrada	Vcc	24 sink/fuente	Conector HE 10	Conector HE 10	Conector HE 10	Bornero con tornillos desenchufable	Bornero con tornillos desenchufable	Bornero de resorte	Bornero de resorte
Comunes	Vcc	20,4...28,8	2	2	2	1	1		
Valores límite de las entradas	mA	7	5	5	7	7	7		
Corriente nominal de entrada	kΩ	3,4	3,4	4,4	3,4				
Tiempo de filtrado	ms	4	4	4	4				
Aislamiento interno para todas las entradas	mA	25	40	35	65	25 (1)	25 (1)	65 (1)	65 (1)
	mA	0	24	20	20	20 (1)	20 (1)	45 (1)	45 (1)
	mA	5	5	10	10	5 (1)	5 (1)	10 (1)	10 (1)

Características de los módulos de salidas de transistor

Tipo de módulos de salida	TWD	DDO 8UT	DDO 8TT	DDO 16UK	DDO 16TK	DDO 32UK	DDO 32TK
Número de vías de salida	8	16	16	16	16	32	32
Lógica de salida (2)	Sink	Fuente	Sink	Fuente	Fuente	Sink	Fuente
Conexión	Bornero con tornillos desenchufable	Bornero con tornillos desenchufable	Bornero con tornillos desenchufable	Conector HE 10	Conector HE 10	Bornero con tornillos desenchufable	Bornero con tornillos desenchufable
Comunes	V	24	24	24	24	2	2
Valores nominales de salidas	A	0,3	0,1	0,1	0,1		
Valores límite de las salidas	V	20,4...28,8	0,36	0,12	0,12		
Corriente por comunes	A	3	1	1	1		
Tiempo de respuesta	μs	300	300	300	300		
Tensión residual (tensión en estado 1)	V	1 como máximo	1 como máximo	1 como máximo	1 como máximo		
Corriente máxima de llamada	A	1	1	1	1		
Protección contra las sobretensiones	mA	0,1	0,1	0,1	0,1		
Potencia max. de la lámpara de filamento	W	39	39	39	39		
Aislamiento	V	8	8	8	8		
Consumo para todas las salidas	mA	10	10	10	10	20	20
	mA	20	20	20	20	70	70
	mA	5	5	5	5	10	10

Características de las vías de las salidas de relé

Tipo de módulos de salida	TWD	DRA 8RT	DRA 16RT	DMM 8RT	DMM 8RT	DMM 24DRF
Número de vías de salida	8	16	16	4	4	8
Corrientes de salida	A	2	2	7	7	7
Carga de conmutación mínima	mA	0,1	0,1	7	7	7
Resistencia del contacto (nuevo)	mΩ	30 como máximo	30 como máximo	30 como máximo	30 como máximo	30 como máximo
Cargas (régimenes resistivo, inductivo)	A	2 A/240 Vcc o 2 A/30 Vcc (con 1.800 maniobras/hora como máximo); - duración de vida eléctrica: 100.000 maniobras como mínimo, - duración de vida mecánica: 20 x 10 ⁶ maniobras como mínimo.	2 A/240 Vcc o 2 A/30 Vcc (con 1.800 maniobras/hora como máximo); - duración de vida eléctrica: 100.000 maniobras como mínimo, - duración de vida mecánica: 20 x 10 ⁶ maniobras como mínimo.	2 A/240 Vcc o 2 A/30 Vcc (con 1.800 maniobras/hora como máximo); - duración de vida eléctrica: 100.000 maniobras como mínimo, - duración de vida mecánica: 20 x 10 ⁶ maniobras como mínimo.	2 A/240 Vcc o 2 A/30 Vcc (con 1.800 maniobras/hora como máximo); - duración de vida eléctrica: 100.000 maniobras como mínimo, - duración de vida mecánica: 20 x 10 ⁶ maniobras como mínimo.	2 A/240 Vcc o 2 A/30 Vcc (con 1.800 maniobras/hora como máximo); - duración de vida eléctrica: 100.000 maniobras como mínimo, - duración de vida mecánica: 20 x 10 ⁶ maniobras como mínimo.
Aislamiento	AC Vef	1.500 durante 1 mm	1.500 durante 1 mm	1.500 durante 1 mm	1.500 durante 1 mm	1.500 durante 1 mm
Consumo para todas las salidas	mA	30	45	45	45	45
	mA	40	40	40	40	40
	mA	5	5	5	5	5

(1) Los valores de consumo indicados corresponden al conjunto de las entradas/salidas en estado 0 o en estado 1.
(2) Salida fuente: lógica positiva, salida sink: lógica negativa.

Autómatas programables Telemecanique Twido

Módulos de entradas/salidas "Todo o Nada"

Características: 6/14
Referencias: 6/15

Referencias

Módulos de Entradas Discretas				
Tensión de entrada	Nº de Vías	Tipo	Número de puntos comunes	Referencia
24 Vdc	8	Sink/Source	1	TWD DDI 8DT
	16	Sink/Source	1	TWD DDI 16DT
	16	Sink/Source	1	TWD DDI 16DK
	32	Sink/Source	2	TWD DDI 32DK
120 Vac	8	-	-	TWD DAI 8DT



TWD DDI 8DT



TWD DDO 8 TT/DRA 8RT



TWD DDO 32DK



TWD DDO 16 K



TWD DRA 16RT

Módulos de Salidas Discretas				
Tensión de salida	Nº de Vías	Tipo	Número de puntos comunes	Referencia
24 Vdc / 0,3 A	8	Transistor Sink	1	TWD DDO 8UT
	16	Transistor Source	1	TWD DDO 8TT
	16	Transistor Sink	1	TWD DDO 16UK
	32	Transistor Sink	2	TWD DDO 32UK

Módulos Mixtos de Entradas/Salidas Discretas				
Nº de entradas y salidas	Nº de entrada	Tipo	Nº de Tipo Salida	Referencia
8	4 E 24 vdc	Sink/Source	4 S	TWD DMM 8DRT
24	16 E 24 Vdc	Sink/Source	8 S	TWD DMM 24DRF

Módulos Mixtos de Entradas/Salidas Discretas				
Nº de entradas y salidas	Nº de entrada	Tipo	Nº de Tipo Salida	Referencia
8	4 E 24 vdc	Sink/Source	4 S	TWD DMM 8DRT
24	16 E 24 Vdc	Sink/Source	8 S	TWD DMM 24DRF

(1) Los módulos de entradas/salidas que tienen conexión tipo HE 10, se deben asociar a una base Telefast.

Autómatas programables Telemecanique Twido

Módulos de entradas/salidas analógicas

Características: 6/16
Referencias: 6/17

Características

Características de las entradas analógicas		TWD AMI 2HT/AMM 3HT	TWD ALM 3LT
Tipo de módulos		2 entradas de alto nivel	2 entradas de bajo nivel
Número de vías			
Rango		Tensión 0...10 V	Termosonda Tipo K (0...1.300 °C) Sonda Pt tipo 3 hilos Tipo J (0...1.200 °C) Tipo T (0...400 °C) (-100...500 °C)
Tipo		No diferencial	Diferencial
Resolución		4.096 bits (12 puntos)	4 μ A
Valor LSB		2,5 mV	0,325 °C (tipo K) 0,3 °C (tipo J) 0,1 °C (tipo T)
Conexión		Bornero con tornillos desenchufable	
Sobrecarga permanente permitida		13 Vcc	-
Alimentación externa		Vcc 24	
Valores límite		20,4...28,8	
Impedancia de entrada		1 M Ω como mínimo	10 Ω
Duración máxima del muestreo		ms 16	250 Ω como máximo
Repetición del muestreo		ms 16	50
Periodo de adquisición		ms 32 + la duración de 1 ciclo del autómata	100 + la duración de 1 ciclo del autómata
Precisión		% PE \pm 0,2	0,2 + precisión de la compensación de soldadura fría (\pm 4 °C como máx.)
Error máximo a 25 °C			
Incidencia de la temperatura		% PE \pm 0,006/°C	
Repetitividad tras el tiempo de estabilización		% PE \pm 0,5 %	
No linealidad		% PE \pm 0,2 %	
Error total		% PE \pm 1 %	
Rechazo en modo común		-50 dB	
Filtrado de las entradas		No	
Diafonía		2 bits de peso débil como máximo	
Cableado		Par trenzado blindado recomendado	
Rigidez dieléctrica		500 entre la entrada y el circuito de alimentación	
Tipo de protección		Fotocoplador entre la entrada y el circuito interno	
Consumo		Alimentación interna 5 Vcc Alimentación externa 24 Vcc	50 mA 40 mA
Características de las salidas analógicas		TWD AMO 1HT/AMM 3HT/ALM 3LT	
Tipo de módulo		1 salida	
Número de vías			
Rango		Tensión 0...10 V	Corriente 4...20 mA
Resolución		4.096 puntos (12 bits)	4 μ A
Valor LSB		2,5 mV	300 como máximo
Carga aplicable		Resistiva	
Impedancia de carga		Ω 2.000 como mínimo	
Tiempo de estabilización		ms 20	
Tiempo de recuperación		ms 20 + la duración de 1 ciclo del autómata	
Alimentación externa		Vcc 24	
Valores límite		20,4...28,8	
Error máximo a 25 °C		% PE \pm 0,2 %	
Incidencia de la temperatura		% PE \pm 0,015/°C	
Repetitividad tras el tiempo de estabilización		% PE \pm 0,5 %	
Error de salida		% PE \pm 1 %	
No linealidad		% PE \pm 0,2 %	
Ondulación de salida		% PE \pm 1 %	
Error total		% PE \pm 1 %	
Cableado		Par trenzado blindado recomendado	
Rigidez dieléctrica		500 entre la entrada y el circuito de alimentación	
Tipo de protección		Fotocoplador entre la entrada y el circuito interno	
Consumo		Alimentación interna 5 Vcc Alimentación externa 24 Vcc	50 mA 40 mA
(para TWD AMO 1HT)			

Características: 6/16
Referencias: 6/17

Referencias

Módulos de Entradas Analógicas		Resolución	Referencia	
Número de vías de Entradas	Rango de Entradas	12 bits	TWD AMI 2HT	
2 entradas	0..10 V 4..20 mA			
4 entradas	0..10 V Pt 100 (3 hilos) NI 100 (3 hilos) 0..20 mA Pt 1000 (3 hilos) NI 1000 (3 hilos)	12 bits	TWD AMI 4LT	
8 entradas	0..10 V 0..20 mA	10 bits	TWD AMI 8HT	
	PTC / NTC	10 bits	TWD ARI 8HT	
Módulos de Salidas Analógicas		Resolución	Referencia	
Número de Vías de Salidas	Rango de Salidas	12 bits	TWD AMO 1HT	
1 salida	-10..10 V 4..20 mA			
2 salidas	0..10 V	10 bits	TWD AVO 2HT	
Módulos Mixtos de Entradas y Salidas Analógicas		Resolución	Referencia	
Tipo de Vías	Rango de Entradas	12 bits	TWD AMM 3HT	
2 entradas	0..10 V			
1 salida	4..20 mA			
2 entradas	Termopar K, J, T	12 bits	TWD ALM 3LT	
1 salida	Pt 100 (3 hilos)			
4 entradas	0..10 V	12 bits	TWDL AMM 6HT	
2 salidas	4..20 mA			
Designación		Voltaje	Fusible-Relé	Referencia
Base de Conexión Mixta	Entrada 24VDC / 5..7 mA	No Fusible		ABE7B20MPN20
12 Entradas 8 salidas	Salida 24 VDC / 0,3 A			
1 Común para entradas		8 O, Fusibles para salidas		ABE7B20MPN22
1 Común para Salidas				
Relé Estadio Sólido 24 VDC / 2A				ABE7B20MRM20
Relé: 5..30 VDC, 250 VAC / 3A		Sólido		
		6 O, relé (1 común)		
Base Conexión	24 VDC / 5 mA	-		ABE7E16EPN20
16 Entradas Discretas				
Base Conexión	24 VDC / 0.1 A	1 Común para 16 Canales		ABE7E16SPN20
16 Salidas Discretas				
	24 VDC / 0.1 A	16 O, fusible		ABE7E16SPN22
		1 Común para 16 Canales		
	Relé: 5..30 VDC, 250 VAC / 3A	1 Común para 4 canales		ABE7E16SRM20
Descripción		Código PLC/módulo	Largo	Referencia
Cable Conexión con Base PLC	TWDLMDA20DTK/40DTK	0,5 m		ABFT26B050
HE-10, 26-pin		1 m		ABFT26B100
Cable Conexión con Módulo PLC	TWDDH16DK/32DK/DDO16TK/32TK	2 m		ABFT26B200
HE-10, 20-pin		0,5 m		ABFT20E050
		1 m		ABFT20E100
Clip en Terminal	Número de terminales = 20	2 m		ABFT20E200
				ABE7BV20TB

(1) para los módulos de 32 puntos se deben considerar dos bases Telefast.
(2) las bases de 40 E/S deben considerar dos bases Telefast del tipo TWDFST20DR

ABE 7E16●●● 0

Autómatas programables Telemecanique Twido

Comunicación y módulos opcionales para base de autómatas

Presentación: 6/18
Referencias y características: 6/19

Presentación

Presentación

La gama compacta y modular de los autómatas programables Twido ofrece elementos opcionales de:

- Comunicación, como los módulos y adaptadores de interfaz serie RS 232C/RS 485.
- Interfaz operativo, como el módulo visualizador y el visualizador numérico para ajustar y diagnosticar las aplicaciones Twido.
- Soluciones de precableado TwidoFast y Telefast 2, a partir de componentes del sistema de precableado Telefast 2.

Comunicación

Los módulos y adaptadores de interfaz serie permiten añadir un segundo puerto de comunicación RS 485 o un enlace serie RS 232C con protocolos Modbus modo caracteres ASCII. Los adaptadores se conectan a través del conector tipo mini-DIN (en RS 232C/RS 485) o de un bornero con tornillos (solo en RS 485). En el lateral izquierdo de las bases modulares se conecta un módulo de interfaz serie TWD NOZ 232D. (El modo interfaz serie TWD NOZ 485 y el módulo visualizador integrado TWD XCP ODM descrito a continuación son excluyentes entre sí).

Los adaptadores de interfaz serie TWD NAC se utilizan para equipar:

- Las bases compactas en el emplazamiento previsto a tal efecto (ver la página 0).
- Las bases modulares cuando se utiliza el módulo visualizador integrado TWD XCP ODM.

Interface operativo

El módulo visualizador integrado y el visualizador numérico ofrecen una visualización numérica de:

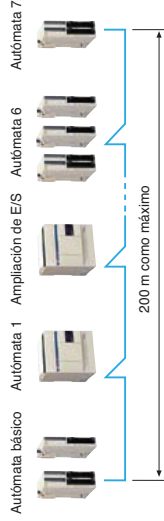
- Las bases compactas, con el visualizador numérico TWD XCP ODC, que se integra en el emplazamiento previsto a tal efecto (ver la página 0).
- Las bases modulares, con el módulo visualizador integrado TWD XCP ODM, que se conecta en el lateral izquierdo de las bases modulares. Cuenta, además, con un emplazamiento reservado para los adaptadores de interfaz serie TWD NAC 485.

Traslado de entradas/salidas "Remote Link"

Todas las bases compactas o modulares Twido se pueden ampliar con bases Twido, que se utilizan indistintamente como:

- Ampliaciones de entradas/salidas. En este caso, las bases no admiten ninguna otra ampliación de entradas/salidas.
- Autómatas "réflex" locales. En este caso, se pueden añadir ampliaciones de entradas/salidas a las bases. Estas bases cuentan con su propio programa de aplicación. Existen palabras internas reservadas para que las bases de autómatas intercambien información automáticamente.

El número máximo de bases de ampliación es de 7 a una distancia de 200 m como máximo. Las bases se comunican entre sí utilizando cada una su propio puerto serie integrado o el segundo puerto serie (enlace RS 485)



Nota: Es posible lograr distancias de 1200 m y 32 dispositivos, utilizando TSX PAC001 o TWD XCAISO, para mayor información consultar en nuestro Contact Center.



570703-1-55

TWD NOZ 485



TWD NAC 485



570700-1-52

TWD XCP ODM



570695-1-38

TWD XCP ODC



TWD NAC 485T



TWD NAC 232D/485D



570703-1-55

TWD NOZ 485



570698-1-7

TWD XCP ODM



570703-1-55

TWD XCP ODC

Autómatas programables Telemecanique Twido

Comunicación y módulos opcionales para base de autómatas

Presentación: 6/18
Referencias y características: 6/19

Referencias y características

Referencias

Módulos y adaptadores de enlace serie	Nivel físico	Conexión	Referencia	Peso kg
Designación	Compatibilidad			
Bases compactas TWD LCAA 16/24 DRF	RS 232C	Conector tipo	TWD NAC 232D	0,010
Adaptadores de interfaz serie				
Módulo visualizador integrado TWD XCP ODM	RS 485	Conector mini-DIN tipo	TWD NAC 485T	0,010
		mini-DIN		
		Bornas con tornillos	TWD NAC 485T	0,010
Módulos de interfaz serie				
Bases modulares TWD LMDA 20/40D	RS 232C	Conector tipo	TWD NOZ 232D	0,085
		mini-DIN	TWD NOZ 485D	0,085
		mini-DIN	TWD NOZ 485D	0,085
		Bornas con tornillos	TWD NOZ 485T	0,085

Visualizador integrado y módulo visualizador numérico	Características	Referencia	Peso kg
Designación	Compatibilidad		
Bases compactas TWD LCCA 10/16/24DRF	Montaje en la parte frontal de la base. Permite ajustar y diagnosticar el autómata programable	TWD XCP ODC	0,020
Visualizador integrado			
Bases modulares TWD LMDA 20/40D	Montaje en el lateral izquierdo de la base. Permite ajustar y diagnosticar el autómata programable. Admite un adaptador serie TWD NAC 485	TWD XCP ODM	0,105

Características del visualizador numérico y del módulo visualizador integrado	
Tipos de módulos	TWD XCP ODC
Designación	Visualizador numérico Compacta TWD LCCA
Compatible con base Twido	Módulo visualizador integrado Modular TWD LMDA
Partidas	1 (1)
Número por cada base Twido	1 (1)
Emplazamientos para módulos opcionales	LCD retroiluminada con 2 líneas de 8 caracteres
	1 para un adaptador interface serie TWD NAC 485

Características de los módulos y adaptadores de interfaz serie	
Tipos de módulos	TWD
Designación	NOZ 232D INOZ 485D
Nivel físico	Módulo de interfaz serie RS 232 RS 485
Conexiones	Conector sin aislar sin aislar mini-DIN
Compatible con base Twido	Bornas con tornillos Modular TWD LMDA
Número por cada base Twido	1 (1)
Programación	No
Protocolo Modbus	Trama RTU Maestro/Eslavo
Modo de acceso	Maestro/Eslavo
Protocolo en modo caracteres	ASCII
Caudal máximo	38,4
Traslado de entradas/salidas "Remote Link"	
Número de estaciones esclavas	7 (2)
tipo de base Twido trasladada	Compacta o modular
Distancia máxima de traslado	200
Aislamiento	Ninguno entre el bus y el puerto de comunicación

- (1) Un solo módulo TWD XCP ODM o TWD NOZ 485 por cada base modular.
- (2) Cada estación se puede utilizar como un módulo de entradas/salidas a distancia o como un autómata programable "réflex" local (con intercambio de palabras de entradas/salidas entre las diferentes estaciones).

Controlador Telemecanique Twido Extreme

(IP 67, -40° a 110°, soporta altas vibraciones)

Referencias

Presentación y referencias: 6/22

Referencias

Twido Extreme base	Entradas	Salidas	Memoria Programa	Referencia	Peso Kg
Descripción	13 x 12 V ... 9 x 0...5 V ...	14 x 300 mA ... 1 x 50 mA ... 1 x 1 A ... 3PWI/PLS	3.000 instrucciones	TWD LEDCK1	0,150



TWD LEDCK1

Componentes para fijación y conexión

Descripción	Usar	Referencia	Peso Kg
Kit de fijación	4 espaciadores, 8 arandelas, 8 montajes de choque	TWD XMTK4	0,150
Conector IP 67	Para montaje (1) con 80 pines, 80 plugs, 1 cubierta	TWD FCNK70	0,200
70-way	Construida con un cable de 1,5 m en el otro extremo libre	TWD FCWK70L015	2,920

Partes separadas para controlador Twido Extreme

Descripción	Usar	Referencia	Peso Kg
Alicate montaje cable	Engrasante de cables 70-way connectors pins	TWDXMTCT	-

Descripción	Control voltaje	Number and Type of contacts	Ordenes en multiples de 10	Referencia	Peso Kg
IP 40 power relay	12 V ...	2 'N/O' ... 2 'C/O' ...	10	RPF 2AJD	0,086
30(A) (2)	24 V ...	2 'N/O' ... 2 'C/O' ...	10	RPF 2ABD RPF 2BBB	0,086 0,086



TWD FCNK70



Programación

La programación es un paso esencial, por lo que ha sido cuidadosamente diseñado para ser lo más eficiente posible. El programa ahora se organiza en "Secciones" que simplifican la lectura y la navegación a través del programa. Estas secciones pueden ser programadas en lenguaje LISTA o LADDER. Para una mayor productividad, un nuevo Editor de escuadra ayuda a crear el programa en tiempo real. El uso de la herramienta de "navegador de datos" a menudo sustituye con un simple drag & drop, la tediosa tarea de entrar en una Dirección de memoria.

Depuración

A menudo se desarrolla la programación en condiciones difíciles, ahora la depuración que ofrece el Twido Suite esta mejorada. La conexión con tarea es guiada paso a paso, de manera que todas las acciones realizadas por Twido Suite (elección de la conexión, la prueba del controlador conectado, la selección de la transferencia realizada) se pueda seguir. El programa animado, permite realizar acciones de modificación sin parar el controlador (RUN). La animación permite mostrar tablas de objetos de la memoria en un modo sencillo para el usuario.

Simulación

Twido Suite a contar de la versión 2.01.6 trae simulador OFF line que entregará una gran ayuda en la etapa de pruebas de la lógica de control. Para esto usted no necesita conectar un PLC para chequear la operación, siendo esta herramienta muy potente a la hora de la puesta en marcha con un programa depurado y validado. También en la etapa de aprendizaje realiza un aporte importante, permitiendo conocer no solo las herramientas de configuración, sino que conocer cómo funcionan y los resultados que podría obtener de ellas.



Cable + Conversor USB para programar Twido

Descripción	Usar	Hasta	Largo	Referencia
Cable de conexión	Twido compacto y modular (Mini DIN)	RJ45 sobre Conversor	2,5 m	TSX CRJMD25
Conversor	USB / RS 485	Puerto USB PC con software twido Suite instalado	0,4 mts	TSX CUSB 485

(1) Requiere el uso de enlaces crimping TWDXMTCT
(2) Ith = 30 A para el montaje con un espacio de 13 mm entre dos relés, Ith = 25 A para montajes side-by-side. Rango de Temperatura de funcionamiento alrededor de -40... 85° C

Componente para conectar el puerto de programación del PC al PLC

Designación	Descripción	Referencia	Peso Kg
70-way conector RJ45 conector	El conector RJ45 (RS 485) integrado en 70-vías, conector que permite conectar el controlador Twido Extreme a un PC a través del conector RJ45	TWD NADK70P	0,200
	12 V o 24 V ... suministro de energía por 2 tornillos terminales		



FTX CN32...

Autómatas programables Telemecanique Twido

Software de programación Twido Suite

Presentación y referencias

Presentación

Twido Suite es un entorno de diseño gráfico que permite crear, configurar y gestionar las aplicaciones de los autómatas programables Twido. Twido Suite es un software de 32 bits para PC que funciona con el sistema operativo Microsoft Windows 98 (segunda edición), Windows 2000 o Windows XP. El software Twido Suite utiliza un interface estándar que ofrece la facilidad de manejo del entorno Windows que ya les es familiar a los usuarios: ventanas, barras de herramientas, menús contextuales, popups, ayudas contextuales, etc.



Twido Suite ofrece además una serie de funcionalidades de carácter técnico que facilitan la programación y la configuración:

- Programación en lenguaje lista de instrucciones o en lenguaje de contactos. Estos dos lenguajes son reversibles.
- Navegador de la aplicación con visualización a través de ventanas múltiples, lo que facilita la configuración del software.
- Editores para las principales funciones de programación y de configuración.
- Funciones cortar, copiar y pegar.
- Programación simbólica.
- Gestión de referencias cruzadas.
- Duplicación de programas de aplicación.
- In situ (modo conectado), el software Twido Suite garantiza principalmente las siguientes funciones:
- Animación en tiempo real de los elementos del programa y/o de los datos.
- Diagnóstico del funcionamiento del autómata programable.
- Control de la memoria que utiliza la aplicación.
- Instalación y desinstalación de programas.
- Grabación de programas en los módulos opcionales de memoria EEPROM.

Programación

La programación es un paso esencial, por lo que ha sido cuidadosamente diseñado para ser lo más eficiente posible. El programa ahora se organiza en "Secciones" que simplifican la lectura y la navegación a través del programa. Estas secciones pueden ser programadas en lenguaje LISTA o LADDER. Para una mayor productividad, un nuevo Editor de escuadra ayuda a crear el programa en tiempo real. El uso de la herramienta de "navegador de datos" a menudo sustituye con un simple drag & drop, la tediosa tarea de entrar en una Dirección de memoria.

Depuración

A menudo se desarrolla la programación en condiciones difíciles, ahora la depuración que ofrece el Twido Suite esta mejorada. La conexión con tarea es guiada paso a paso, de manera que todas las acciones realizadas por Twido Suite (elección de la conexión, la prueba del controlador conectado, la selección de la transferencia realizada) se pueda seguir. El programa animado, permite realizar acciones de modificación sin parar el controlador (RUN). La animación permite mostrar tablas de objetos de la memoria en un modo sencillo para el usuario.

Simulación

Twido Suite a contar de la versión 2.01.6 trae simulador OFF line que entregará una gran ayuda en la etapa de pruebas de la lógica de control. Para esto usted no necesita conectar un PLC para chequear la operación, siendo esta herramienta muy potente a la hora de la puesta en marcha con un programa depurado y validado. También en la etapa de aprendizaje realiza un aporte importante, permitiendo conocer no solo las herramientas de configuración, sino que conocer cómo funcionan y los resultados que podría obtener de ellas.

Simulación

Twido Suite a contar de la versión 2.01.6 trae simulador OFF line que entregará una gran ayuda en la etapa de pruebas de la lógica de control. Para esto usted no necesita conectar un PLC para chequear la operación, siendo esta herramienta muy potente a la hora de la puesta en marcha con un programa depurado y validado. También en la etapa de aprendizaje realiza un aporte importante, permitiendo conocer no solo las herramientas de configuración, sino que conocer cómo funcionan y los resultados que podría obtener de ellas.

Cable + Conversor USB para programar Twido

Descripción	Usar	Hasta	Largo	Referencia
Cable de conexión	Twido compacto y modular (Mini DIN)	RJ45 sobre Conversor	2,5 m	TSX CRJMD25
Conversor	USB / RS 485	Puerto USB PC con software twido Suite instalado	0,4 mts	TSX CUSB 485

ANEXO E

- CARACTERÍSTICAS SOLENOIDES VALVIA
- CARACTERÍSTICAS BOMBA PEDROLLO
- CARACTERÍSTICAS CONTROL DE TEMPERATURA

Note: the numbers in parenthesis are referred to page 3 of this instruction manual

VALBIA supplies a range of pneumatic rotary actuators, 1/4 turn, RACK and PINION TYPE, in double acting and spring return versions.

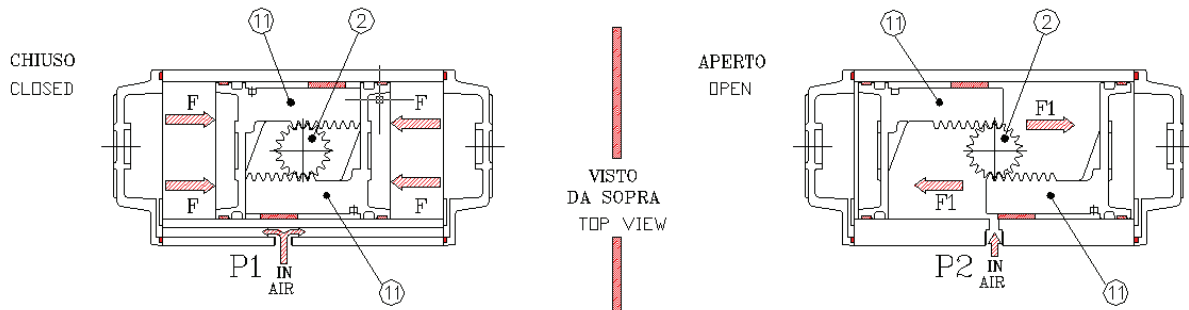
1 Main characteristics

- **MAXIMUM AIR SUPPLY:** 8 bar
- **SUPPLY:** dry air (STANDARD). Special executions with other fluids or gases possible if compatible with actuator materials.
- **TEMPERATURE:** from -20°C to +85°C for standard version with NBR seals
 from -20°C to +150°C for HIGH TEMP version (Viton seals)
 from -40°C to +85°C for LOW TEMP version
- **ROTATION:** 90° stroke with regulation +/-5° for open and closed position (double adjustment). Upon request full stroke regulation 0°/90°.
- **LUBRICATION:** during assembly, for the actuator life.

2 Operation principle

VALBIA actuator transforms the linear motion of the pistons (11), due to the thrust effected by the pressure on the surface area, to a rotary motion (90°std) of the pinion (2).

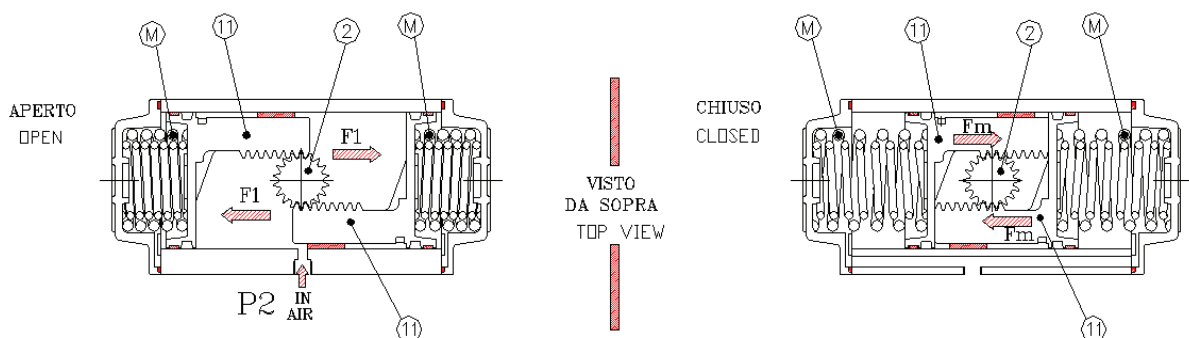
2.1 Double acting



Pressurising port **P1**, the external chambers fill up and the action of the pressure on the pistons (11) surface creates a force (**F**) which pushes them closed to the pinion, generating a torque with **CLOCKWISE ROTATION**.

When the pistons (11) are closed to the pinion, pressurising air port **P2**, the internal chamber fills up and the action of the pressure on the pistons surface creates a force (**F1**) which pushes them closed to the end caps, generating a torque with **COUNTERCLOCKWISE ROTATION**.

2.2 Spring return



When the pistons (11) are closed to the pinion, pressurizing air port **P2**, the internal chamber fill up and the action of the pressure on the pistons surface creates a force (**F1**) which pushes them closed to the end caps, generating a torque with **COUNTERCLOCKWISE ROTATION**.

In this position the springs are compressed. By de-pressurizing air port **P2**, the springs (**M**) start the unfolding phase creating a force (**Fm**) which pushes the pistons (11) closed to the pinion, generating a torque with **CLOCKWISE ROTATION**.

3 Storage

For applications where the actuator is not put into immediate service, it is recommended that the actuator be kept in clean and dry location with ample protection from the environments. The original packing box supplied by **VALBIA** helps in optimizing the storage.

For a long storage period we recommend to effect periodically a complete cycling, pressurizing the chambers.

The actuators have two air ports which should be plugged during storage to avoid any intrusion.

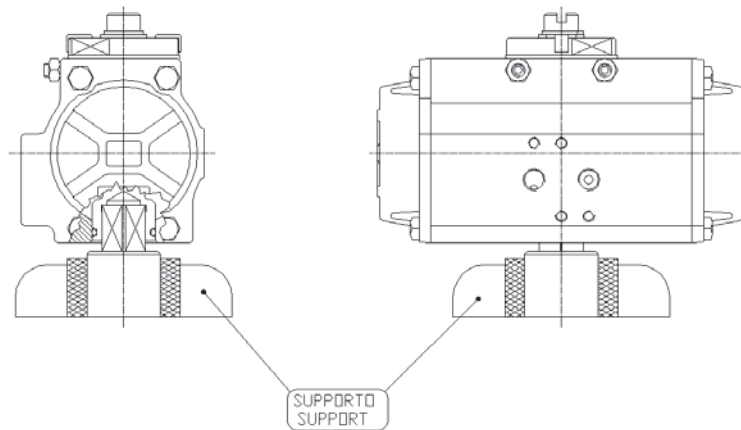
4 Maintenance

The lubrication effected by **VALBIA** during the assembly and the self lubricating material used in the guides, guarantees during normal working conditions, **1.000.000 cycles of the actuator**.

During abnormal working conditions, where it is intended to proceed in replacing worn parts (seals), we recommend replacing the guides as well, to ensure ideal working conditions.

5 Disassembly

1. disconnect pneumatic and electric supplies from the actuator.
2. remove any accessory which could be damaged;
3. remove the actuator from the valve (taking a note for correct re-assembly);
4. place the actuator on a support with the same male drive of the pinion female connection, in order to execute easily the steps following



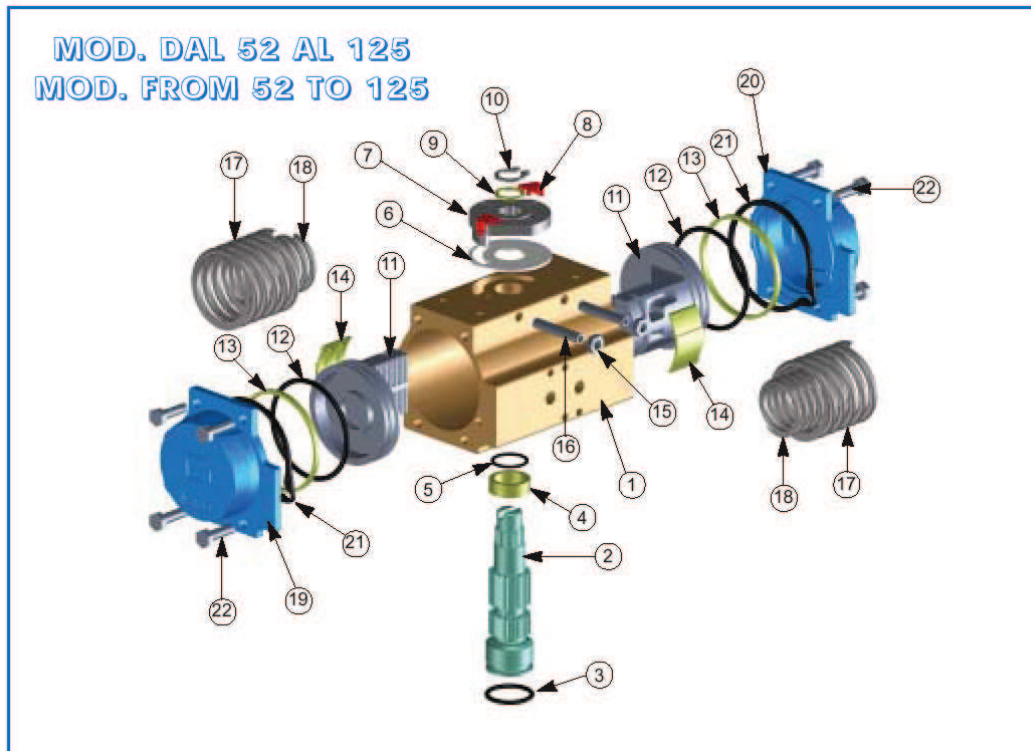
5. before starting the disassembly, **verify** by the stamps on the body if the actuator is double acting (DA) or spring return (SR);

For DOUBLE acting actuator

For SPRING return actuator

6. remove slowly and diagonally the end cap screws (22) from each end cap (19-20);
7. diagonally remove, slowly and partially, the screws (22) from each end cap (19-20). **N.B.** length of the screws permit the springs to be de-compressed fully
8. Remove the end caps (19-20)
9. Remove snap ring (10) from its place on the pinion (2);
10. Remove pinion washer (9);
11. Remove the cam (7) and spacer ring (6)
12. Rotate the actuator body (1) in a clockwise direction respect to the pinion (2) so that the pistons move towards body ends. Now it is possible to remove the two pistons.
13. Remove pinion (2) carefully from the body (1).

6 Actuator parts



POSIZ. I tem	DESCRIZIONE Description	MATERIALE Material	TRATTAMENTO Treatment	Q.TA' DA	Q.TA' SR
1	Corpo / Body	Alluminio estruso / Extruded aluminium	Ossidato duro / Hard anodized	1	1
2	Pignone antiespulsione / Anti-blowout pinion	Acciaio / Steel	Nichelato / Nickel plated	1	1
• 3	O-ring inf. pignone / Lower pinion O-ring	NBR		1	1
• 4	Anello distanziale pignone / Pinion spacer ring	POM		1	1
• 5	O-ring sup. pignone / Top pinion O-ring	NBR		1	1
• 6	Anello distanziale camma / Cam spacer ring	POM		1	1
7	Camma / Cam	Acciaio inox / Stainless steel		1	1
8	Indicatore di posizione / Position indicator	Nylon		2	2
9	Rondella pignone / Pinion washer	Acciaio inox / Stainless steel		1	1
**10	Seeger pignone / Pinion snap ring	Acciaio / Steel	Nichelato / Nickel plated	1	1
11	Pistone / Piston	Alluminio pressofuso / Die cast aluminium		2	2
• 12	O-ring pistone / Piston o-ring	NBR		2	2
• 13	Anello antifrizione / Antifriction ring	POM		2	2
• 14	Pattino reggispinta pistone / Piston thrust block	POM		2	2
15	Dado di bloccaggio reg. / Stop bolt retaining nut	Acciaio inox / Stainless steel		2	2
16	Grano di regolazione / Stop bolt	Acciaio inox / Stainless steel		2	2
17	Molla esterna / External spring	Acciaio / Steel	Fosfatata / Zinc-phosphate	0	Vedi set molle
18	Molla interna / Internal spring	Acciaio / Steel	Fosfatata / Zinc-phosphate	0	See spring setting
19	Tappo sinistro / Left end	Alluminio pressofuso / Die cast aluminium	Verniciato / Painted	1	1
20	Tappo destro / Right end cap	Alluminio pressofuso / Die cast aluminium	Verniciato / Painted	1	1
21	Guarnizioni Tappi / End cap seats	NBR		2	2
22	Vite di serraggio tappi / End cap fixing screw	Acciaio inox / Stainless steel		8	8

• Particolari soggetti ad usura / Parts subject to wear

** Serie rinforzata DIN 471 - UNI 7436 / Reinforced series DIN 471 - UNI 7436

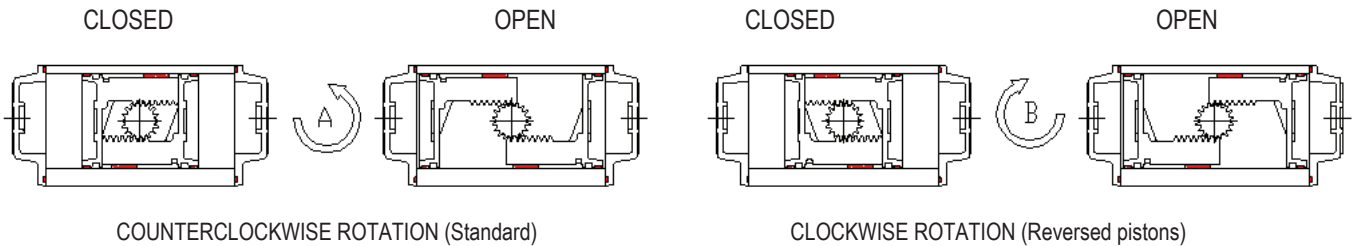
SET DI MOLLE / SPRING SETTING

set	Molla esterna/ External spring	Molla interna/ Internal spring	Alim. Aria/ Air supply (bar)
01	1	1	2,5 – 3
02	2	-	3 – 4
03	1	2	4 – 5
04	2	1	5 – 5,5
05	2	2	5,5 – 6

7 Assembly

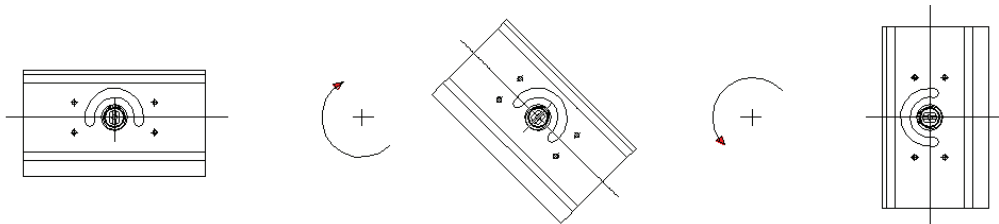
1. clean the components before proceeding with the assembly;
2. grease lightly the internal chamber of the body (1) and the seals on the pistons. We suggest the use of grease like TRIBOSTAR 1 EP "KLUBER".
3. introduce carefully the pinion (2) into the body(1) so that the two pinion flats surfaces are parallel to the axis of the body
4. insert the pistons (pre assembled and greased) into the body as shown here below;

ASSEMBLY POSSIBILITIES – TOP VIEW



5. push the pistons (11) into the body (1) until the pistons teeth are stopped by the teeth of the pinion (2);
6. keeping a soft pressure with the hands on the pistons (11) rotate the body (1) in clockwise rotation in respect to the pinion (2) until feeling two clicks, when the pistons engage with the pinion (2);
7. now rotate the body (1) in counterclockwise rotation and verify that at the end of the rotation the two pinion flats surfaces are about 7° rotated to the axis of the body.

N.B. correct assembly gives symmetric stroke of the pistons, verifiable by measuring their equal distance from each end face of the body.



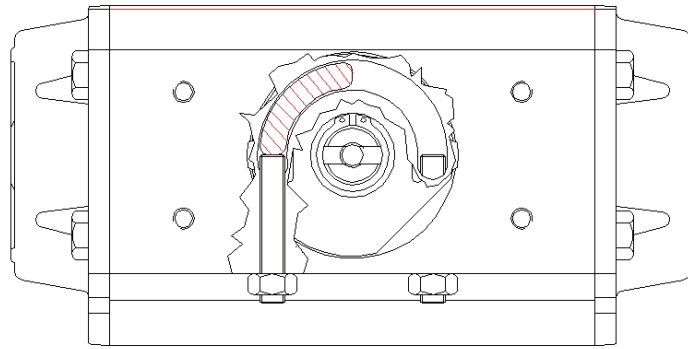
8. Assemble the cam spacer ring (6) and the cam (7).
9. Assemble the pinion washer (9) and insert the snap ring (10) in its place on the pinion (2)
NB: use snap rings with reinforced thickness DIN 471 – UNI 7436
10. Proceed making the adjustment of the stroke, acting on adjusting screws (16), fixing then their position securing the nuts (15)

For double acting actuator

For spring return actuator

11. Assemble the end caps (19-20) and assemble the screws (22) diagonally
11. Insert the spring set (M) in the body (1), putting them in the piston recess (11), then assemble the end cap (19) on the springs, centering it in the recess.
N.B.: pistons must be in CLOSED position.
 Partially assemble the screws (22) diagonally, compressing uniformly the springs until end cap (19) is completely closed.
12. repeat the operation on the other size;
13. operate the actuator to verify the correct functioning before re-installing it.

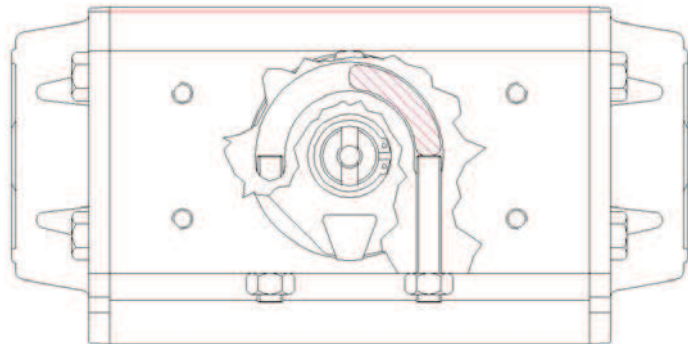
8 Stroke adjustment



By adjusting **LEFT** stop bolt it will be adjusted

Open position (Standard version)

Closed position (reversed pistons version)



By adjusting **RIGHT** stop bolt it will be adjusted

Closed position (Standard version)

Open position (reversed pistons version)

8.1 Stroke adjustment procedure (when pistons are in open position)

- Remove air supply or move the pistons to the closed position
- Adjust the corresponding stop bolt
- Move the pistons to the open position and verify the new adjustment
- Repeat this operation until desired adjustment is achieved.

8.2 Stroke adjustment procedure (when pistons are in closed position)

- Remove air supply or move the pistons to open position (necessary for SR)
- Adjust the corresponding stop bolt
- Move the pistons to the closed position and verify the new adjustment
- Repeat this operation until desired adjustment is achieved.

CAMPO DE LAS PRESTACIONES

Caudal hasta 160 l/min (9.6 m³/h)
 Altura manométrica hasta 58 m

LIMITES DE EMPLEO

Altura de aspiración manométrica hasta 7 m
 Temperatura del líquido hasta + 60°C
 Máxima temperatura ambiente hasta + 40°C


CPm 620
PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

La serie **CP** está constituida por ELECTROBOMBAS CENTRIFUGAS MONORODETE, que tienen en común un diseño esencial y una selección técnica bien definida de construcción, que caracterizan sus prestaciones. El rodete, instalado en voladizo sobre el eje motor, se halla directamente delante de la boca de aspiración del cuerpo bomba. La forma del rodete impulsa, con las menores pérdidas hidráulicas, el fluido radialmente desde el centro hacia la periferia, así que los álabes, situados en el canal del rodete, ceden al fluido energía tanto en forma de presión, como de aumento de velocidad. A la salida del rodete el fluido es conducido a la voluta del cuerpo bomba, que junto con el difusor cónico transforma parte de la energía cinética en energía de presión.

EMPLEOS E INSTALACIONES

Se aconseja para bombear agua limpia que no contenga partículas abrasivas y/o líquidos químicamente agresivos para los materiales que constituyen la bomba. **GRACIAS A SU FIABILIDAD, SENCILLEZ DE EMPLEO, AUSENCIA DE MANTENIMIENTO Y SILENCIOSIDAD, ENCUENTRAN UN AMPLIO UTILIZO EN EL CAMPO DOMESTICO Y CIVIL, PARTICULARMENTE EN LA DISTRIBUCION AUTOMATICA DEL AGUA ACOPLADAS A PEQUEÑOS O MEDIANOS EQUIPOS HIDRONEUMATICOS, PARA TRASIEGOS EN GENERAL, PARA RIEGOS DE HUERTAS O JARDINES, ETC.** La instalación se debe efectuar en lugares cerrados o protegidos de la intemperie.

PRESTACIONES

La gama de bombas de la serie **CP** es particularmente variada; sin embargo en el estudio de cada máquina se ha tratado de conseguir una estandarización en los siguientes puntos:

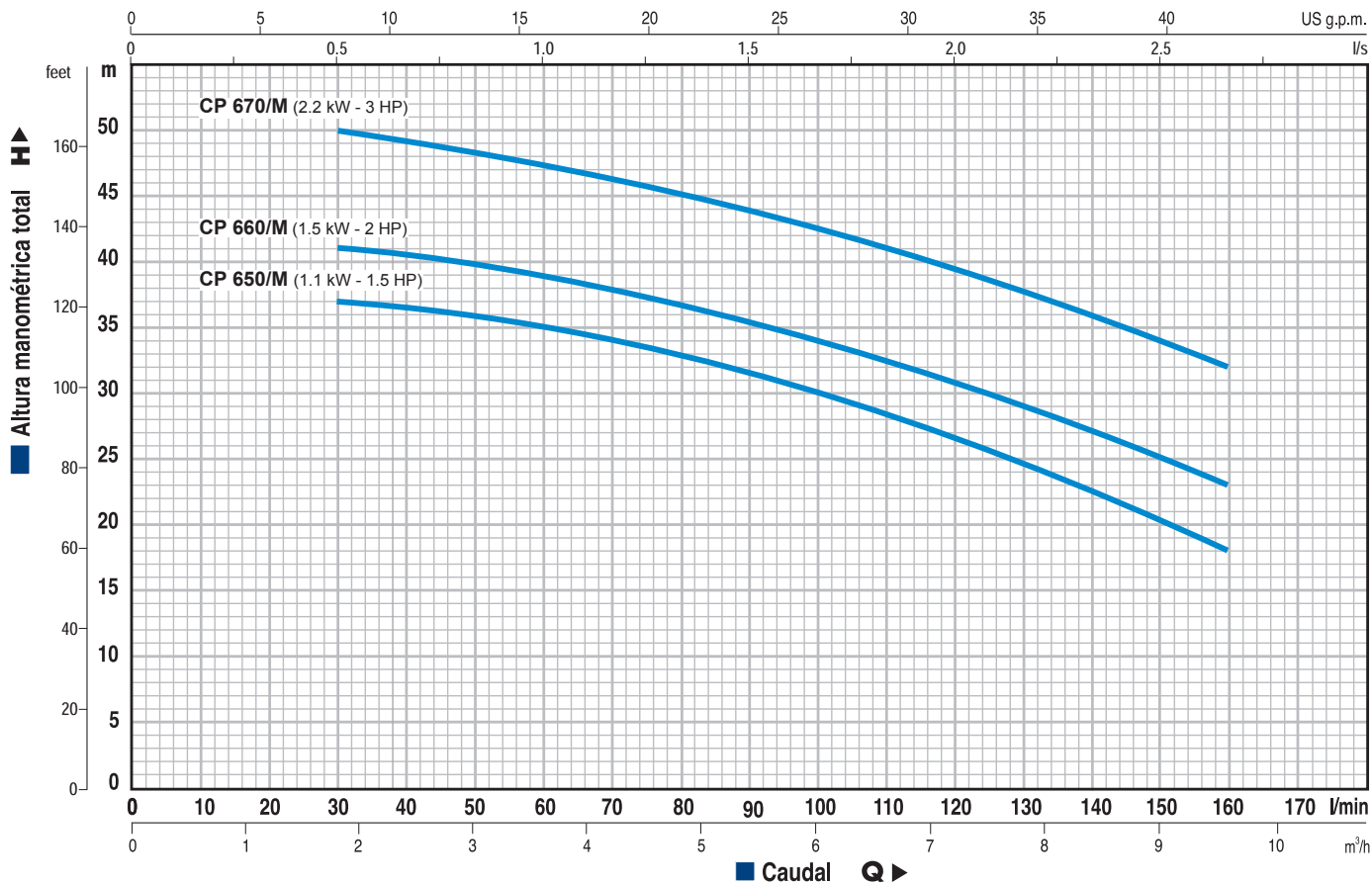
- curvas características particularmente amplias y estables;
- rendimientos caracterizados por elevados valores absolutos y curvas de rendimiento tendencialmente planas;
- curvas de absorbimiento planas en los altos caudales, tales que impidan la sobrecarga de los motores incluso frente a empleos prolongados;
- buenas capacidades de aspiración tanto para bajos como para elevados caudales.

Tolerancia de las curvas según ISO 2548.

CARACTERISTICAS DE CONSTRUCCION

- CUERPO BOMBA en hierro fundido, con bocas de aspiración e impulsión roscadas gas UNI ISO 228/1.
- TAPA DEL CUERPO BOMBA en acero inoxidable AISI 304 o en hierro fundido en los modelos de mayor potencia.
- RODETE EN LATON, del tipo a flujo radial centrífugo (rodete en tecnopolímero disponible).
- EJE MOTOR en acero inoxidable AISI 316 (AISI 416 hasta 0.75 kW).
- SELLO MECANICO en cerámica y grafito.
- MOTOR ELECTRICO: las bombas están acopladas directamente a un motor eléctrico PEDROLLO expresamente dimensionado, de tipo asíncrono de elevado rendimiento, silencioso, cerrado, con ventilación externa, apto para el servicio continuo. AISLAMIENTO clase F (B hasta a 0.75 kW).
 El protector térmico (salvador) está incorporado en los motores monofásicos.
 Los motores trifásicos deben estar protegidos con un salvador exterior adecuado, por lo que se preve una conexión conforme a las normas vigentes.
- PROTECCION IP 44.
- EJECUCION Y NORMAS DE SEGURIDAD según EN60 335-1 (IEC 335-1, CEI 61-150) EN 60034-1 (IEC 34-1, CEI 2-3).
- MODELO REGISTRADO.

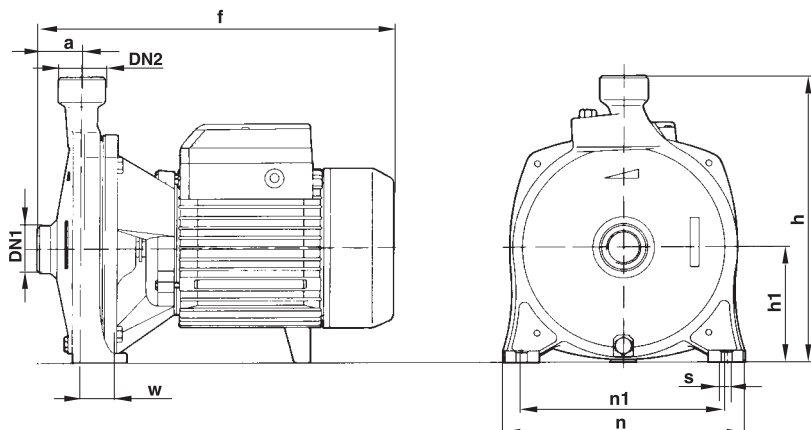
GARANTIA: 1 AÑO (según nuestras condiciones generales de venta).



DATOS DE FUNCIONAMIENTO A n=3450 1/min

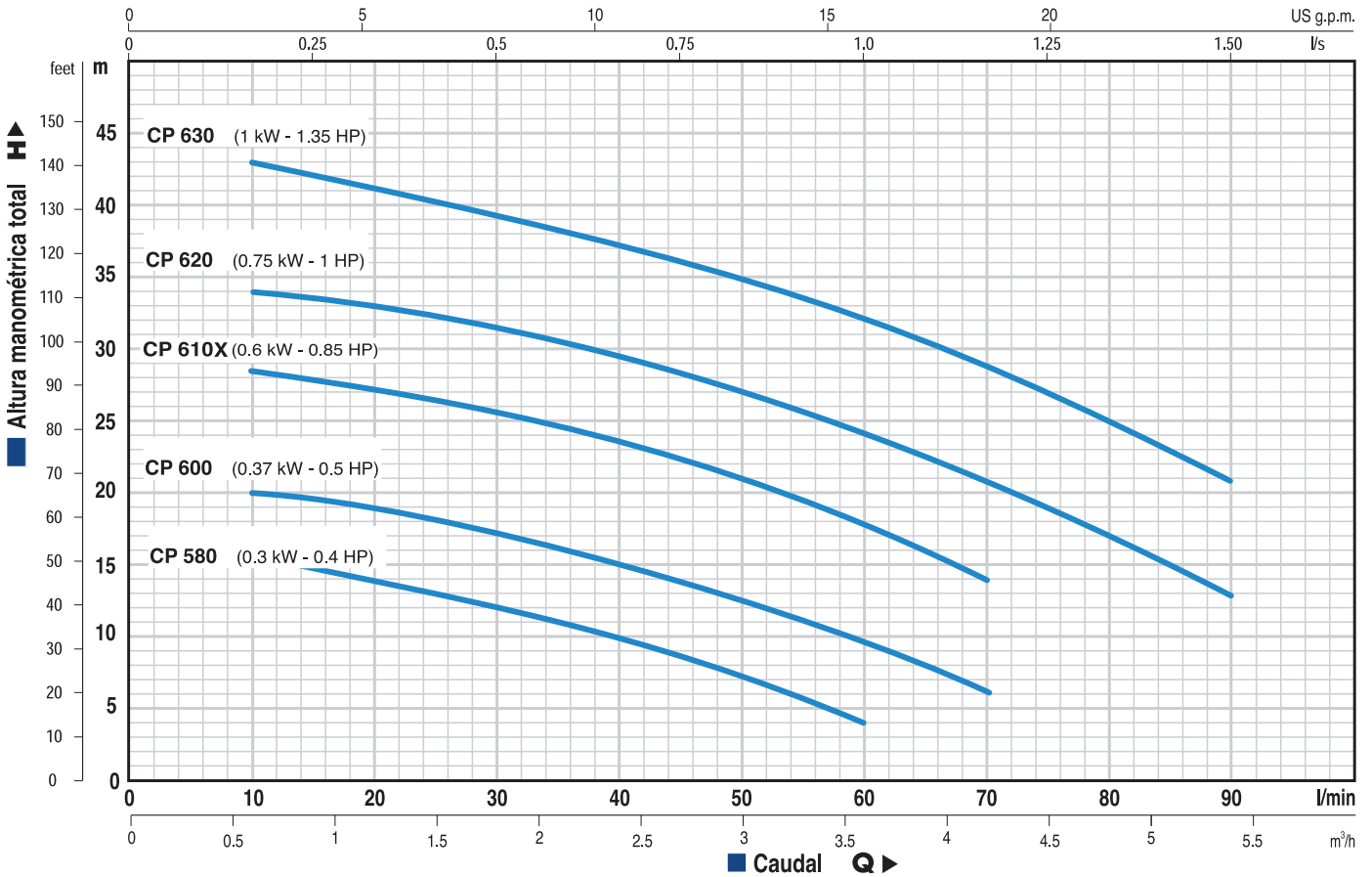
MODELO BOMBA ~ 3 ~		POTENCIA kW HP		Caudal Q									
				m³/h	l/s	l/min	0	1.8	2.4	3.6	4.8	6.0	7.2
CP 650/M	CP 650/M	1.1	1.5	H m	39	37	36.5	35	33	30	26.5	22.5	18
CP 660/M	CP 660/M	1.5	2		43	41	40.5	39	36.5	34	31	27	23
CP 670/M	CP 670/M	2.2	3		51	50	49.5	47.5	45	42.5	39.5	36	32

H = ALTURA MANOMETRICA TOTAL EN METROS. **Q** = CAUDAL



MODELO BOMBA ~ 3 ~		DN1	DN2	DIMENSIONES EN mm							
				a	f	h	h1	n	n1	w	s
CPm 650/M	CP 650/M	1 1/4"	1"	51	341	260	110	206	165	44.5	11
CPm 660/M	CP 660/M	1 1/4"	1"	51	341	260	110	206	165	44.5	11
CPm 670/M	CP 670/M	1 1/4"	1"	51	361	260	110	206	165	44.5	11

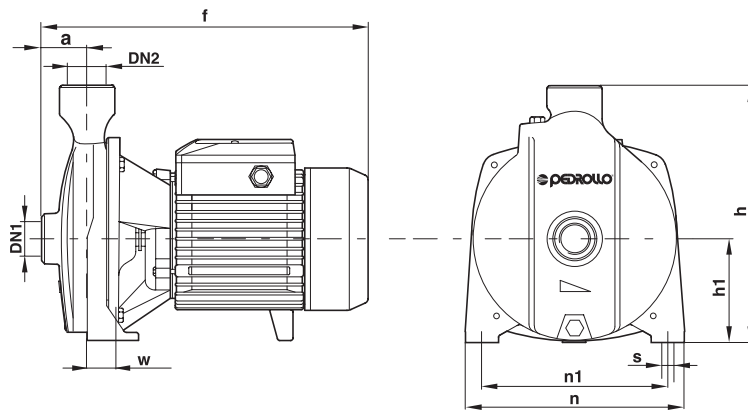
CURVAS DE FUNCIONAMIENTO A n= 3450 1/min



DATOS DE FUNCIONAMIENTO A n=3450 1/min

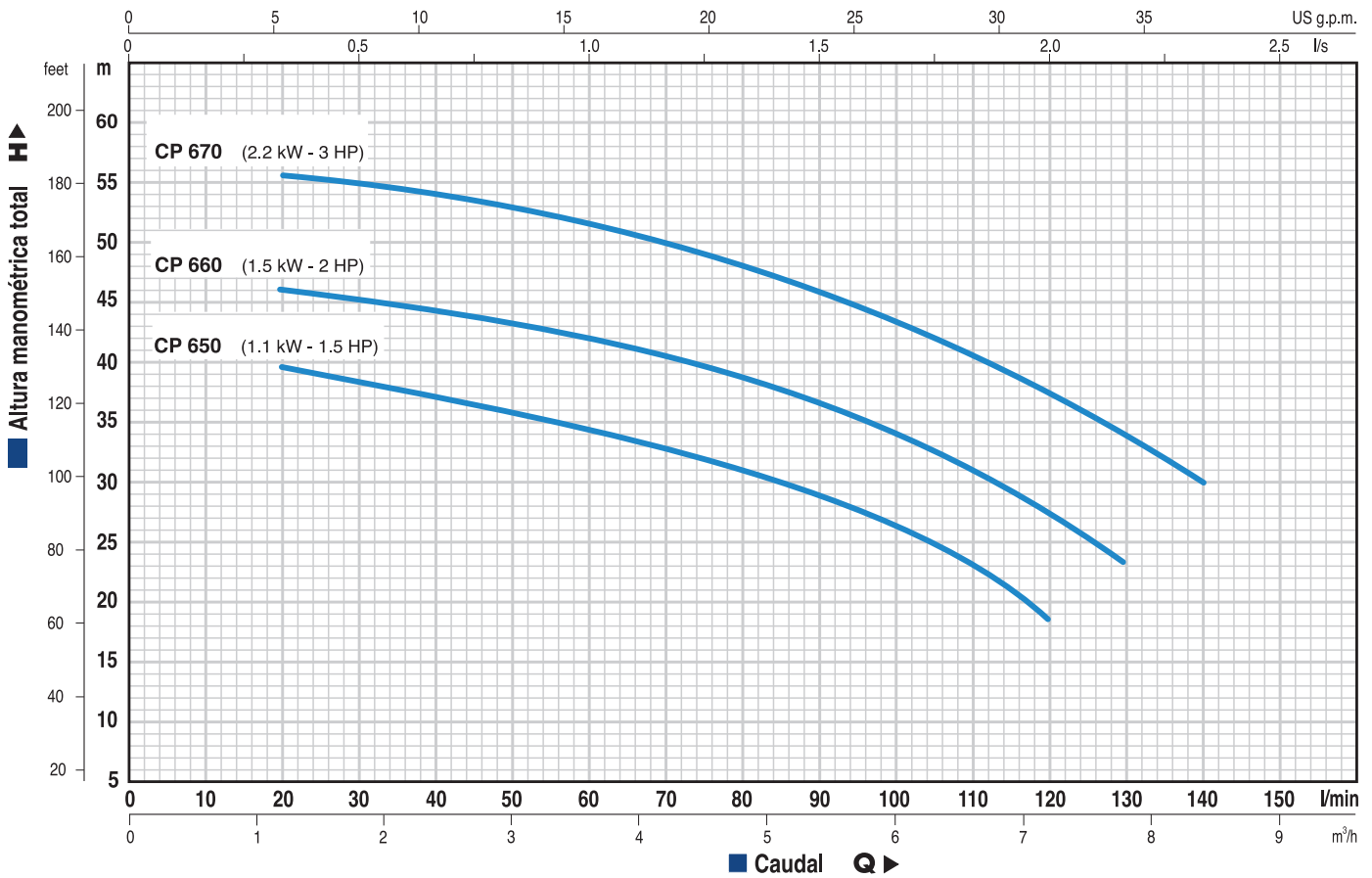
MODELO BOMBA ~	3 ~	POTENCIA		Q	H																		
		kW	HP		m³/h	l/s	l/min	0	0.6	1.2	1.8	2.4	3.0	3.6	4.2	4.8	5.4						
CPm 580	CP 580	0.30	0.40	0	0	0.167	0.333	0.500	0.667	0.833	1.000	1.167	1.333	1.500	17.5	15.5	14	12	10	7	4		
CPm 600	CP 600	0.37	0.50	10	21.5	20	19	17	15	12.5	9.5	6											
CPm 610X	CP 610X	0.60	0.85	20	30	28.5	27	25.5	23.5	21	17.5	14											
CPm 620	CP 620	0.75	1	30	35	34	33	31.5	29.5	27	24	20.5	17	13									
CPm 630	CP 630	1	1.35	40	45	43	41	39	37	35	32	29	25	21									

H = ALTURA MANOMETRICA TOTAL EN METROS. Q = CAUDAL



MODELO BOMBA ~	3 ~	DN1	DN2	DIMENSIONES EN mm							
				a	f	h	h1	n	n1	w	s
CPm 580	CP 580	1"	1"	34	247	187	77	148	118	45	10
CPm 600	CP 600	1"	1"	34	247	187	77	148	118	45	10
CPm 610X	-	1"	1"	42	266	211	82	165	135	41	10
-	CP 610X	1"	1"	42	259	211	82	165	135	41	10
CPm 620	CP 620	1"	1"	44	298	242	97	190	160	42.5	10
CPm 630	CP 630	1"	1"	44	298	242	97	190	160	42.5	10

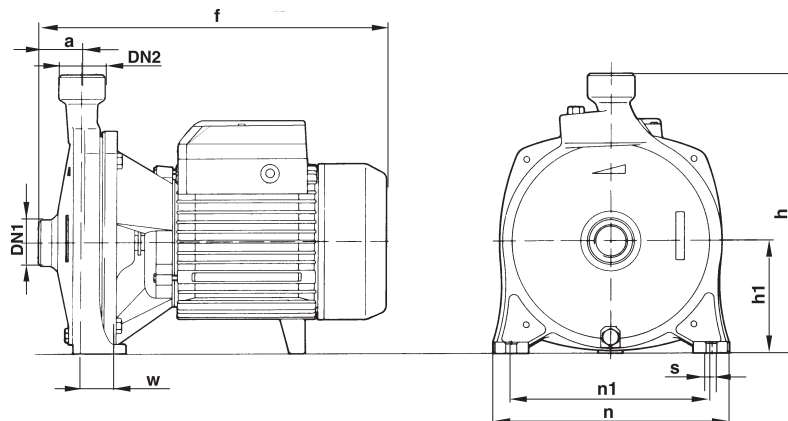
CURVAS DE FUNCIONAMIENTO A n= 3450 1/min



DATOS DE FUNCIONAMIENTO A n=3450 1/min

MODELO BOMBA ~ 3 ~		POTENCIA		Q																
		kW	HP	m³/h	0	0.6	1.2	1.8	2.4	3.0	3.6	4.2	4.8	5.4	6.0	6.6	7.2	7.8	8.4	
				l/s	0	0.166	0.333	0.500	0.666	0.833	1.000	1.166	1.333	1.500	1.666	1.833	2.000	2.166	2.333	
				l/min	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	
CPm 650	CP 650	1.1	1.5	H m	42	-	39.5	38.5	37	36	34.5	33	31	29	26	23	18.5			
CPm 660	CP 660	1.5	2		48	-	46	45	44	43	42	40.5	39	36.5	34	31	27	23		
CPm 670	CP 670	2.2	3		57	-	55.5	55	54	53	51.5	50	48	46	43	40.5	37.5	34	30	

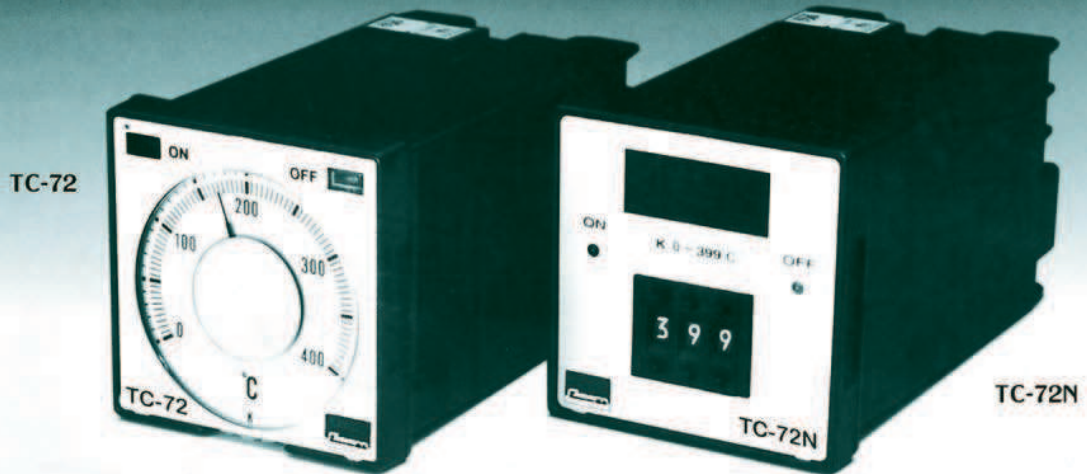
H = ALTURA MANOMETRICA TOTAL EN METROS. Q = CAUDAL



MODELO BOMBA ~ 3 ~		DN1	DN2	DIMENSIONES EN mm							
				a	f	h	h1	n	n1	w	s
CPm 650 (650X)	CP 650	1 1/4"	1"	51	341	260	110	206	165	44.5	11
CPm 660 (660X)	CP 660	1 1/4"	1"	51	341	260	110	206	165	44.5	11
CPm 670 (670X)	CP 670	1 1/4"	1"	51	361	260	110	206	165	44.5	11



TEMPERATURE CONTROLLER TC-72 SERIES



- MODEL NO. TC-72 NON DEVIATION INDICATOR TEMPERATURE CONTROLLER.
- MODEL NO. TC-72N FULL DEVIATION TEMPERATURE CONTROLLER. (DIGITAL DISPLAY).
- TC-72 & TC-72N DIN SIZE (72x72mm) TEMPERATURE CONTROLLER WITH P.D. FUNCTION.

■ SPECIFICATIONS: TC-72 & TC-72N

- <1> Supply voltage: 110/220V AC 50/ 60Hz
- <2> Operating voltage: 90% to 110% of rated voltage.
- <3> Power consumption: TC-72, Approx <2VA
TC-72N, Approx <5VA
- <4> Temperature sensor: K, E, J, T, PT-100
- <5> Standard scale range: TC-72: 0-400 (DEGREE C)
TC-72N: 0-199, 0-399, 0-999 (DEGREE C)

■ STANDARD ACCESSORY

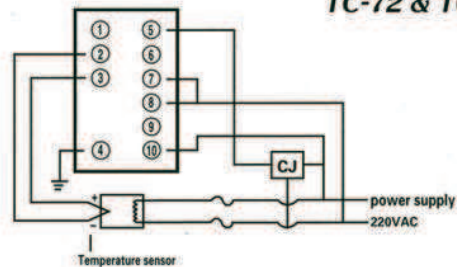
1 Piece Thermocouple Wire
When Temperature Under 600 Degree C CA (K) Type.
Thermocouple Wire Length: 2M.



■ CHARACTERISTICS

Setting accuracy	±1.5% max. of full scale	
Indication accuracy	TC-72N ±1.5% max. of full scale TC-72 ±2.5%	
Hysteresis	Control output	0.2% of full scale (fixed)
PD setting range	Proportional hand (P)	1-3% of full scale
	Rate time (D)	30 ± 10S

■ CONNECTIONS: TC-72 & TC-72N



■ DIMENSIONS/mm: TC-72 & TC-72N

