Escola Universitària
Politècnica de Mataró

Ingeniería Técnica Industrial: Especialidad Electrónica Industrial

CONTROL MODERNO DE UNA AUTOCLAVE

EYAL LASZEWICKI RUBIN
JORDI AYZA GRAELLS

OTOÑO 2008

Desticatoria:

A mis padres por haberme dado esta oportunidad,
y a mi novia por el apoyo que me ha dado
durante la realización del proyecto.

Agradecimientos:

A toda la gente de Telstar Celester que me
han ayudado en este proyecto.

Resumen

Este proyecto trata del diseño eléctrico, neumático y del control de una máquina destinada al uso de la industria farmacéutica.

Para poder realizar el diseño de las partes anteriormente mencionadas se crea un pliego de especificaciones que explica las necesidades funcionales de la máquina así como la descripción de los ciclos de trabajo de la misma.

En primer lugar, se provee a la máquina de un armario eléctrico con los controladores necesarios. En segundo lugar se realiza el diseño de la instalación neumática que acciona los mecanismos de la máquina. En tercer lugar se crea un programa de control basándose en el pliego de especificaciones. Finalmente se crea una interfície hombre máquina.

En el proyecto se detallan todos los procesos y criterios necesarios que se han tenido en cuenta durante su elaboración.

Resum

Aquest projecte tracta del disseny elèctric, pneumàtic i del control d'una màquina destinada a l'ús de la indústria farmacèutica.

Per a poder realitzar el disseny de les parts anteriorment esmentades es crea un plec d'especificacions que explica les necessitats funcionals de la màquina així com la descripció dels cicles de treball de la mateixa.

En primer lloc, es proveïx a la màquina d'un armari elèctric amb els controladors necessaris. En segon lloc es realitza el disseny de la instal·lació pneumàtica que acciona els mecanismes de la màquina. En tercer lloc es crea un programa de control basant-se en el plec d'especificacions. Finalment es crea una interfície home màquina.

En el projecte es detallen tots els processos i criteris necessaris que s'han tingut en compte durant la seva elaboració.

Abstract

The subject of this project is the electrical, pneumatic, and control desigin of a machine for the pharmaceutical industry.

To carry out the design of the parts mentioned above, I created a set of specifications that explain the functional needs of the macunie and a description of the cycles of work.

First, providing the machine with an electrical box with the drivers needed. Second is the design of the facility’s pneumatic mechanisms that operate the machine. Thirdly establishing a monitoring program based on the specifications. Finally creates a man-machine interface.

The draft details the process and criteria have been taken into account during its preparation.

INDICE

Página

0. JUSTIFICACIÓN DELPROYECTO.....5
1. INTRODUCCIÓN.....7
1.1 Contexto Histórico.....7
1.1.1 El Nombre “Autoclave”.....8
1.2 Teoría del Funcionamiento.....9
1.3 El Proceso de Eliminación de Bacterias.....10
1.3.1 Conceptos Básicos de Microbiología.....10
1.3.2 Factores que Intervienen en la Esterilización por Vapor.....11
1.3.2.1 El Factor D.....12
1.3.2.2 El Factor Z.....13
1.3.2.3 El Valor F.....14
1.3.2.4 Factor F0.....15
1.3.2.5 El Agua en el Proceso de Esterilización.....15
1.4 Funcionamiento de la Autoclave.....17
1.4.1 El Aire en la Autoclave.....18
1.5 Tipos de Autoclaves.....19
1.5.1 Autoclaves de vapor.....19
1.6 Factores que Intervienen en el Proceso de Esterilización.....20
2. OBJETIVO DEL PROYECTO.....23
3. DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA.....25
3.1 Descripción de los Elementos.....26
3.1.1 Fotocélulas.....26
3.1.2 Detectores de Posición en los Pistones Neumáticos.....27
3.1.3 Presostatos.....27
3.1.4 Válvulas y Detectores.....29
3.1.4.1 Detectores de Posición.....29
3.1.4.2 Descripción de Válvulas y Detectores.....29
3.1.5 La Válvula Modulante.....31
3.1.6 Sondas de Temperatura.....31
3.1.7 Sondas de Presión.....32
4. PLIEGO DE ESPECIFICACIONES.....33

4.1 Conexión de Suministros.....33
4.2 Especificaciones Funcionales.....34
4.3 Ciclo de Funcionamiento.....35
4.3.1 Requisitos de Seguridad.....35
4.3.2 Ciclo de Trabajo.....37
4.3.3 Inicio del Ciclo de Esterilización.....38
4.4 Descripción del Ciclo de Esterilización.....41
4.4.1 Transfiriendo Parámetros.....41
4.4.2 Aire a las Juntas.....41
4.4.3 Prevacío.....41
4.4.3.1 Prevacío Dinámico.....42
4.4.4 Pulsos en Vacío.....43
4.4.5 Pulsos en Presión.....43
4.4.6 Calentamiento.....44
4.4.7 Esterilización.....44
4.5 Descripción de los Ciclos Auxiliares (Mantenimiento).....45
4.5.1 Ciclo de Test de Cámara.....45
4.5.2 Ciclo de Esterilización del Filtro.....46
5. SEGURIDAD.....49
5.1 Válvulas de Seguridad.....49
5.2 Bloqueo de Puertas.....50
5.3 Seguridades Eléctricas.....50
5.3.1 Presostatos de Seguridad.....50
5.3.2 Paro de Emergencia.....51
5.3.3 Células Fotoeléctricas.....51
5.3.4 Termstato de Seguridad.....51
5.3.5 Nivel de Seguridad.....51
5.4 Seguridad por Bloque de Salidas Digitales.....52
6. ELECTRICIDAD.....53
6.1 Descripción del Cuadro Eléctrico.....53
6.1.1 El Bornero.....55
6.2 Descripción de los Esquemas Eléctricos.....56
6.2.1 Esquema de Potencia.....56

6.2.2 Esquema Auxiliar de Potencia.....57
6.2.3 Esquemas de Entradas Digitales.....57
6.2.4 Esquema de Entradas y Salidas Analógicas.....57
6.2.5 Esquemas de Salidas Digitales.....57
7. NEUMÁTICA.....59
7.1 Conexión Neumática.....59
7.2 El Grupo de Electroválvulas.....60
7.2.1 Tipos de Electroválvulas.....61
7.3 El Esquema Neumático.....62
8. PLC.....63
8.1 Elección del PLC 63
8.1.1 Módulo CPU.....63
8.1.2 Módulo de Expansión 16 Entradas/Salidas.....64
8.1.3 Módulo de Expansión Analógico.....64
8.1.4 Módulo de 8 Salidas.....65
8.2 Software de Programación.....65
8.3 El Programa de Control.....65
8.3.1 GRAFCET de Primer Nivel.....66
8.3.2 Descripción del GRAFCET de Primer Nivel.....67
8.3.2.1 Descripción del GRAFCET Ciclo Test de Cámara.....69
8.3.2.2 Descripción del GRAFCET Esterilización del Filtro.....69
8.3.3 GRAFCETS de Segundo Nivel.....70
9. LA INTERFICIE DE USUARIO.....71
9.1 El Software del SCADA….....71
9.2 Las Pantallas Táctiles.....71
9.2.1 Pantalla de Bienvenida.....72
9.2.2 Pantalla de Carga y Descarga.....72
9.2.3 Pantalla Selección de Ciclo.....73
9.2.4 Pantalla de Receta.....74
9.2.5 Pantalla Principal.....75
9.2.5.1 Pantalla Principal – La Máquina.....75
9.2.5.2 Pantalla Principal – Entradas.....76
9.2.5.3 El Registrados y Display de Alarmas.....77

9.3 Comunicación SCADA-PLC.....78
10. CONCLUSIONES.....79
11. PRESUPUESTO……..81
12. BIBLIOGRAFÍA.....83
13. ANEXOS.....85

0. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El principal motivo por el cual me inclino a realizar este proyecto es el que combina varios elementos que han sido estudiados durante la carrera. En este proyecto interviene una programación de PLC, la construcción de un interface de usuario, un diseño eléctrico así como la utilización de sensores de varios tipos.

El segundo motivo que me atrae del proyecto, es la puerta que me puede abrir en la empresa en la cual estoy realizando trabajo como becario. Ya que el estudio a fondo de una máquina que construye y comercializa la empresa me dotara de un conocimiento que será muy interesante tanto a la empresa como a mi mismo.

El tercer motivo es la necesidad que tendré durante el proyecto de aprender el funcionamiento de los PLC y SCADA de casa SIEMENS. Esto sin dudad supone un reto personal para poder ver la capacidad que tengo para aprender a manejar estas herramientas por cuenta propia. Así como también aprender a manejar un proyecto por mi mismo desde cero hasta su finalización y presentación ante el tribunal.
Por estos motivos anteriormente expuestos creo que este proyecto reúne los factores necesarios para realizar el proyecto final de carrera.

1. INTRODUCIÓN

Esterilización **e**s la aniquilación de todas las bacterias, patógenas y no patógenas, así como de los virus. Los principales sistemas de esterilización, más comúnmente utilizados, son el calor húmedo (vapor de agua), el calor seco (aire caliente), el óxido de etileno, la formalina y los rayos γ.

Autoclave es una máquina destinada a la esterilización de materiales. La máquina utiliza una combinación de vapor y presión para conseguir eliminar todas las bacterias que se puedan encontrar dentro de la cámara de la máquina.

1.1 Contexto Histórico

Ya en el año 1450 A.C Moisés escribió el primer código sanitario, implicando la purificación de materiales por agua y fuego. Mas tarde sobre el año, 460 – 377 A.C Hipócrates vertía agua hirviendo sobre los instrumentos quirúrgicos para purificarlos. Ya en la época de la microbiología moderna, un pionero de la esterilización era el biólogo italiano Lázaro Spallanzani (1729-1799). Él descubrió que se tarda alrededor de 30 minutos en matar una bacteria por calentamiento de un frasco de cristal sellado.

Más tarde, Pastear mostró que una vez que un medio es esterilizado, permanecerá estéril y estará no contaminado por microorganismos (p. Ej. Ellos no aparecen por la generación espontánea.). Él creyó que la calefacción es uno de los métodos más convenientes para la esterilización.
El hervor simple en 100AC, sin embargo, no es completamente eficaz para la esterilización porque muchas esporas pueden sobrevivir esta temperatura. Sin embargo, fue descubriendo que el punto de ebullición del agua sube cuando esta es expuesta a presiones aumentadas. En una olla a presión donde la presión es de 1 atmósfera encima de la presión estándar a nivel del mar de 1.013 bar el agua hierve a 121ºC. Esta temperatura mata toda forma de vida en 15 minutos o menos (es importante el tiempo

que el líquido se encuentra en estas condiciones, no el promedio que el líquido se encuentra en la cámara).
Estas condiciones se han convertido en el estándar para esterilizar pequeños volúmenes de líquidos o aparatos.

En el año 1681, la olla a presión de vapor había sido inventada por Denis Papin (1647-1712), un físico y uno de los inventores del motor de vapor. Sin embargo, esto fue usado únicamente para objetivos culinarios hasta el actual diseño de la autoclave que en gran parte fue ultimado en el año 1880 por Carlos Chamberland.
Así pues el primer sistema de esterilización comercial de vapor para el empleo sobre productos médicos fue desarrollado en 1889.
A los franceses les gusta atribuirse el invento de la olla de vapor. Es verdadero que Denis Papin fue nacido en Blois, Francia, en 1647 (en una familia Protestante). Sin embargo, cuando Louis XIV comenzó a perseguir a los protestantes en 1685, él dejó Francia y comenzó una vida vagante a través de Europa. Residente en Alemania, él inventó la olla a presión y su famoso motor de vapor. Construyó un barco de vapor, pero los marineros, temiendo el paro, rompieron su máquina. Él murió en la absoluta pobreza en Londres.

1.1.1 El Nombre Autolave

El nombre describe un dispositivo que se cierra automáticamente cuando se produce una subida de vapor en su interior. La palabra es en francés y viene del griego “automático” para automático y de “clavis” latino, para la llave.

1.2 Teoría de Funcionamiento

Una autoclave es una olla a presión grande; funciona usando vapor a presión para realizar la esterilización. Las altas presiones permiten al vapor alcanzar altas temperaturas, esto incrementa su potencia para matar las bacterias. La mayor parte de la potencia calentadora procede calor latente de vaporización. Esto es la cantidad de calor requerido para convertir el agua hirviendo en vapor. Esta cantidad de calor es grande comparada con la requerida para hacer agua caliente. Por ejemplo, se necesita 80 calorías para hacer hervir un litro, pero en cambio se necesitan 540 calorías para convertir aquella agua hirviendo en vapor.

Por lo tanto, el vapor en 100ºC tiene casi siete veces más calor que el agua hirviendo. El vapor es capaz de penetrar objetos con temperaturas mas bajas porque una vez que el vapor se pone en contacto con una superficie con una temperatura mas baja, el vapor inmediatamente se condensa en agua, produciendo un fenómeno concomitante de disminución de pliegue de 1,870 en el volumen de vapor. Esto crea la presión negativa en el punto de condensación y deja más vapor al área. Las condensaciones siguen mientras que la temperatura de la superficie en donde se condensa es menos que la temperatura del vapor; una vez las temperaturas se equilibran, se forma un ambiente de vapor saturado.

Alcanzar un alto contenido de humedad en el ambiente. La habilidad del aire para llevar calor está relacionada directamente con la cantidad de humedad presente en el aire. Cuanto más humedad haya en el ambiente, mas calor puede ser arrastrado por el aire, por lo tanto el vapor es uno de los elementos más efectivos para arrastrar calor. El vapor por lo tanto también causa la muerte eficiente de células, y la coagulación (solidificar) de proteínas.

1.3 El Proceso de Eliminación de Bacterias

El calor húmedo, mata los microorganismos causando la coagulación de sus proteínas esenciales. Otro modo de explicar esto consiste en que cuando el calor es usado como un agente de esterilización, el movimiento vibratorio de cada molécula del microorganismo aumenta a niveles que inducen la hendidura intramolecular de hidrógeno entre proteínas. La muerte por lo tanto es causada por una acumulación de un daño irreversible a todas las funciones metabólicas del organismo.
El índice de mortalidad es directamente proporcional a la concentración de microorganismos en cualquier tiempo determinado. El tiempo requerido para matar una población conocida de microorganismos en una suspensión específica en una temperatura particular se menciona como el tiempo termal de muerte (TDT). Todas las autoclaves funcionan sobre una relación de tiempo/temperatura; el aumento de la temperatura disminuye el TDT, y bajando la temperatura aumenta el TDT.

1.3.1 Conceptos Básicos de Microbiología

Una célula es la forma de vida más pequeña conocida. Un ser vivo puede estar formado por una sola célula y se le llama unicelular o por varias células y se le llama pluricelular. Normalmente una célula está formada por una membrana celular, que es su parte más externa, el citoplasma y el núcleo. Dentro del núcleo está el DNA (Ácido desoxirribonucleico), que es el portador de toda la información genética del ser vivo

Una bacteria es un ser unicelular, carente de núcleo pero con DNA. Algunas bacterias son patógenas, lo que significa que son capaces de provocar enfermedades**.**

- **Una espora e**s una forma de célula, cuya membrana celular, para protegerse del medio que le rodea, se hace particularmente dura o impermeable.

- **Un virus no** es un ser vivo. Sólo es un DNA rodeado por una cápsula proteica (formada por proteínas). Algunos por fuera tienen una membrana lipídica (formada por lípidos o grasas), parecida a la celular, como el virus de la gripe. Algunos son patógenos.

- **Un pirógeno** viene de las palabras griegas piros (fuego) y genos (engendrar). Un pirógeno es una substancia química capaz de provocar fiebre. Los restos de una bacteria sin vida pueden ser pirógenos.

1.3.2 Factores que intervienen en la esterilización por vapor

Cada tipo de bacteria tiene su resistencia específica al calor, pero todas las bacterias de un mismo tipo no son rigurosamente idénticas, por lo que no se puede decir que tal bacteria resiste tanto tiempo a una temperatura determinada o que al llegar a esta temperatura todas las bacterias perecerán.

Cuando un grupo o colonia de bacterias es sometido a un sistema de esterilización por calor húmedo o seco a una temperatura determinada, tiene dificultades para seguir viviendo y, una tras otra, las bacterias van muriendo. Cuanto más tiempo es mantenida la temperatura, más bacterias van muriendo.

En ensayos de laboratorio ha sido posible estudiar cuantitativamente la supervivencia de las bacterias al ser sometidas al calor, llegándose a establecer los dos siguientes principios:

Primer principio: Cuanto más tiempo es sometido un grupo de bacterias a una temperatura determinada, más bacterias mueren.

Segundo principio: Cuanta más alta es la temperatura a la que se someten las bacterias, más rápido se mueren.

1.3.2.1 Factor D

Como valoración del primer principio, se ha establecido el concepto "Factor D", que es el tiempo necesario a una temperatura concreta para que muera el 90% de las bacterias, o lo que es lo mismo, sobreviva sólo el 10%. Dado que el tiempo necesario para matar las bacterias disminuye con la temperatura, para cada bacteria hay un factor D distinto para cada temperatura.

Para una mejor compresión plantare el factor D con un ejemplo:

Supongamos una colonia de bacterias de un tipo determinado con 100.000 elementos. Sometemos esta colonia a calor húmedo, a una temperatura de 115 º C y la mantenemos hasta que queden sólo 10.000 elementos vivos. Si el tiempo transcurrido para que esto suceda es de, por ejemplo, 8 minutos, diremos que el factor D_{115} es de 8 minutos.

Se ha comprobado en el laboratorio que si se sigue manteniendo las mismas condiciones durante 8 minutos más, sólo sobrevivirán 1.000 unidades, y 8 minutos después habrá sólo 100 unidades, y así sucesivamente. Expresemos esto en una tabla.

FACTOR D

Tiempo en minutos	0	8	16	24	32	40	48
Supervivientes	10.000	1.000	100	10	1	0,1	0,01

Observamos que el cabo de 48 minutos queda 0,01 bacterias vivas. Es obvio que una bacteria está viva o está muerta, lo que no puede es estar 0,01 viva. Digamos que tenemos una posibilidad entre 100 de que quede alguna bacteria viva.

1.3.2.2 El factor Z

Como valoración del segundo principio se ha establecido el "Factor Z" que se define como el aumento de temperatura necesario para que las muertes se produzcan 10 veces más rápido o lo que es lo mismo, que el factor D sea 10 veces más pequeño.

Expliquémoslo también, siguiendo con el mismo ejemplo. La población de nuestra bacteria queda diezmada, dividida por 10, al cabo de 8 minutos a 115 º C. Hacemos nuevos ensayos aumentando la temperatura, hasta conseguir que sigan muriéndose el 90% de las bacterias, pero en 0,8 minutos en lugar de 8. Es decir, se mueren 10 veces más aprisa. Si esta temperatura es, por ejemplo, de 125 º C, diremos que el factor Z para esta bacteria vale 10 º C, diferencia entre 125 y 115 º C.

Igual que sucedió con el factor D, también se ha comprobado que si aumentamos la temperatura otros 10 º C más, la muerte del 90% de la población se producirá en diez veces menos tiempo, es decir en 0,08 minutos y así sucesivamente. Pongámoslo también en una tabla.

FACTOR Z

Temperatura	105	115	125	135	145
Tiempo en minutos para aniquilar el 90% de las bacterias: Factor D	80	8	0,8	0,08	0,008

Mediante cálculos logarítmicos es posible conocer el factor D a cualquier temperatura intermedia.

1.3.2.3 Valor F

Con el fin de poder comparar resultados y establecer a priori, los parámetros de un proceso de esterilización, surgió la necesidad de fijar una temperatura de referencia, ver que sucede a esta temperatura y comparar los resultados a otras temperaturas con los obtenidos a la temperatura de referencia.

Las temperaturas de referencia adoptadas para los distintos procesos son las siguientes

TEMPERATURAS DE REFERENCIA

PROCEDIMIENTO	TEMPERATURA DE REFERENCIA
Esterilización por calor húmedo	121 º C
Esterilización por calor seco	170 º C
Despirogenación por calor seco	250 º C

Una vez establecida una temperatura de referencia, se puede estudiar con un ejemplo la forma de trabajar. Si hiciésemos el cálculo del factor D_{121} de la bacteria del ejemplo anterior, saldría aproximadamente 2 minutos. Esto significa que cada 2 minutos a 121 º C la población de bacterias se ve dividida por 10.

Si el producto que se desea esterilizar está contaminado con una población de la bacteria de ejemplo de 100.000 unidades y deseamos establecer un proceso de esterilización que garantice al final del mismo una posibilidad entre mil (0,001) de que quede alguna bacteria viva, tendremos que dividir la población:

$$\frac{100.000}{0.001} = 100.000.000 veces$$

Como cada dos minutos dividimos por 10, deberemos dividir 8 veces por 10:

$$10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 = 10^8 = 100.000.000$$

Por lo que el proceso deberá mantenerse durante 8 períodos de 2 minutos:

$$2 \times 8 = 16 \text{ minutos}$$

1.2.3.4 El Factor F0

¿Qué sucede si se desea acelerar el proceso de esterilización y el material que vamos a esterilizar puede soportar 131 º C, pero no más?

Aquí nace el concepto de F_0. Anteriormente se ha explicado que el factor Z de la bacteria es 10 º C, lo que significa que aumentando la temperatura 10 º C, será necesario 10 veces menos tiempo para conseguir el mismo efecto esterilizante. O sea que a 131º C necesitaremos 1.6 minutos en lugar de 16 necesarios a 121. Dicho de otra forma, cada minuto que se mantenga los 131 º C, producirá el mismo efecto que 10 minutos a la temperatura de referencia, que es 121 º C. Por lo que el $F_{0(131)} = 10$.

El valor F_0 a una temperatura dice que cada minuto a esta temperatura tiene el mismo efecto esterilizante que F_0 minutos a la temperatura de referencia. Estos valores dependen del factor Z y pueden ser calculados para cualquier temperatura. Si hablamos de esterilización por calor seco se emplea el concepto equivalente F_h y si se trata de despirogenación F_t . Estos dos últimos factores no son relevantes en este proyecto por lo que se va a omitir su explicación

Para calcular el F_0 , a cualquier temperatura se aplica la fórmula:

$$F_0 = 10^{\frac{T-T_r}{Z}}$$

1.3.2.5 El Agua en el Proceso de Esterilización

La máquina del proyecto utiliza vapor de agua para la esterilización es importante tener unas nociones del comportamiento del agua y su transformación al vapor.

Todos los cuerpos, sólidos o fluidos (líquidos y gases), están formados por moléculas, siendo estas la parte más pequeña de este cuerpo sin que pierda sus propiedades químicas. Las moléculas de un sólido están unas junto a otras, digamos que apretujadas y unidas unas a otras por atracciones intermoleculares, sin posibilidad de moverse. En cambio, las moléculas de los fluidos, no sólo pueden moverse, sino que se están moviendo continuamente. Un fluido es un continuo ir i venir de moléculas, que chocan unas con otras y contra las paredes del recipiente que las contiene.

Si se calienta agua y la temperatura es suficientemente alta, el líquido se va transformando en vapor dentro del propio líquido y entonces se habla de ebullición. La temperatura a la que un líquido empieza a hervir se le llama temperatura de ebullición.

Si se tiene un líquido en un recipiente cerrado y se calienta hasta una temperatura determinada, se irán evaporando parte de sus moléculas y ocuparán la parte superior del recipiente, aumentando la presión en el mismo, hasta que el número de moléculas que se evaporan sea igual al de moléculas de vapor que regresan al líquido. La presión que haya en este momento de equilibrio es lo que se llama "tensión del vapor" a la temperatura del ensayo. Si aumenta la temperatura del fluido, la velocidad de sus moléculas aumenta y por lo tanto la presión. Por consiguiente a más temperatura mayor tensión de vapor. La cantidad de calor se mide en calorías.

Una cosa es calentar el agua y otra muy distinta es evaporarla, es decir que las moléculas tengan la velocidad suficiente para poder abandonar el líquido. Para ello hay que aplicar 540 Kcal para que un litro de agua a 100º C, se evapore, es decir, se convierta en vapor a la misma temperatura.

El agua a nivel del mar hierve a 100º C, pero en la cima de una montaña hierve a menos temperatura. Ello es debido a que al ser menor la presión atmosférica en lo alto de la montaña, la tensión de vapor del agua se iguala a la presión del aire a una temperatura inferior a los 100º C.

Si se tiene agua en un recipiente cerrado y se extrae el aire del recipiente el agua se pondrá a hervir a unas temperaturas sorprendentemente bajas. En la siguiente tabla se observa las tensiones de vapor del agua a diferentes temperaturas por debajo de 100º C, o lo que es lo mismo, la temperatura a la que hierve el agua a distintas presiones.

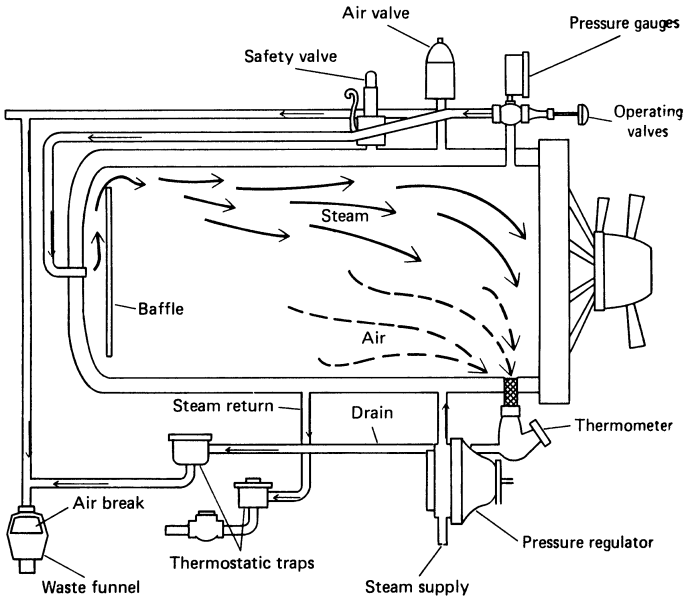
TENSION DE VAPOR DEL AGUA POR DEBAJO DE 100º C

º C	bar	kg/cm²
10	0,013	0,013
20	0,024	0,024
30	0,043	0,044
40	0,074	0,076
50	0,124	0,127
60	0,199	0,203
70	0,312	0,318
80	0,474	0,484
90	0,701	0,714
100	1,013	1,033

El vapor de agua cuando se encuentra sólo, sin aire u otros gases, y sin ningún aporte de calor externo, se le llama vapor saturado seco

1.4 Funcionamiento de la Autoclave

El vapor entra en la recámara, pasa por una válvula de operaciones y entra en el reverso de la cámara detrás de una placa de confusión. Este fluye hacia adelante y hacia abajo por la cámara y la carga, esto empuja el aire sale en el frente inferior. Un regulador de presión mantiene y la presión de cámara a un mínimo de 15 psi, que es la presión requerida para que el vapor pueda alcanzar 121ºC. Una válvula de seguridad proporciona la protección frente a un exceso de presión. Las condiciones térmicas dentro de la cámara están controladas para que el calor llegue a los 121ºC y mantenerse en esta temperatura durante el tiempo seleccionado.
Esta explicación es una explicación genérica que podría ser aplicada en cualquier autoclave de vapor.



1.4.1 El Aire en la Autoclave

El peor enemigo a la hora de conseguir una temperatura homogénea en una autoclave para esterilización por vapor es el aire. El aire, allí donde esté mezclado con el vapor, provocará un descenso de la temperatura respecto de los puntos donde el vapor puro. Debemos, pues, obsesionarnos en eliminar el aire.

Hay dos maneras para razonar la eliminación del aire de la cámara de esterilización

a) Como quiera que el aire, dentro del rango de temperaturas a la que trabajan las autoclaves, es más pesado que el vapor, será suficiente entrar el vapor por la parte alta de la cámara y poner una purga en la parte baja por la que irá saliendo el aire.

b) Dado que se dispone de sistemas para hacer vacío, primero se saca todo el aire de la cámara y posteriormente se introduce el vapor.

1.5 Tipos de Autoclaves

Para conseguir que un lote de producto quede estéril, se debe poder garantizar que todos los puntos del mismo han sido sometidos, durante el tiempo fijado, a idénticas o muy parecidos condiciones de trabajo.

Los equipos utilizados para esterilizar, autoclaves en el caso del calor húmedo y del óxido de etileno y estufas en el caso del aire caliente, deben estar diseñados y estar dotados de todos los elementos de control necesarios para poder asegurar que lo dicho en el apartado anterior se cumple.

La eficacia de la esterilización por calor húmedo o por calor seco depende de la temperatura y del tiempo.

La eficacia de la esterilización por óxido de etileno depende de la temperatura, del grado de humedad, de la concentración del gas y del tiempo.

En cada uno de los casos, el criterio de rigidez que debe adoptarse en cuanto a la constancia de los parámetros mencionados, dependerá de la influencia que una variación de los mismos tenga sobre el resultado final del proceso.

1.5.1 Autoclaves de Vapor

Existen dos tipos generales de esterilizadores de vapor: los que funcionan mediante un desplazamiento de gravedad, en las cuales los flujos de aire salen hacia fura de la cámara por una válvula de escape activada por vapor, y las que funcionan por el prevacío, en las cuales se realiza una vació de aire a la cámara antes de inyectar vapor. En ambos casos cuando el aire de la cámara es remplazado por vapor aumenta la temperatura de la cámara.

1.6 Factores que Intervienen en el Proceso de Esterilización

La eficacia de la esterilización por calor húmedo o por calor seco depende de la temperatura y del tiempo, estos dos han sido explicados anteriormente. No obstantante existen otros factores que intervienen en el proceso de esterilización y hay que tenerlos en cuenta.

- **Tiempo:** El tiempo es crítico. Como el tiempo de ciclo variará con la composición de la carga, es importante determinar la exigencia de tiempo apropiada.
- **Contenedores secundarios:** habitualmente los segundos contenedores utilizados son de acero o de plástico. Pero no hay que olvidar que la naturaleza de los contenedores alteran el proceso. Los frascos de polipropileno son mejores que los de polietileno y poliestireno y que soportan el proceso sin fundirse. También hay que tener en cuenta que la utilización de frascos de plástico aumentan el tiempo del proceso de la autoclave ya que el plástico es un buen aislador. Siempre que se use una bandeja de plástico hay que añadir 5 minutos más el proceso. Los contenedores de acero inoxidable a parte de ser más duraderos aguantan mejor el calor y pueden desminuir tiempo del proceso. Hay que tener en cuenta que si se usa un contenedor demasiado profundo puede obstaculizar la llegada de aire al fondo del recipiente. También hay que asegurarse de que el aire pueda fluir alrededor del segundo recipiente.
- **Volumen:** obviamente a más volumen más tiempo de esterilización. Generalmente el volumen el parámetro más importante que hay que considerar. Un frasco de dos litros que contiene un litro tiene un tiempo de proceso más largo que cuatro frascos de medio litro con 250 ml cada uno.
- **Paquetes envueltos herméticamente:** El aire y el vapor no se mezclan fácilmente. El aire siendo mas pesado que el vapor se desplaza a la parte inferior de la cámara del esterilizador y fuerza a esté a realizar un drenaje. Si se envuelve los paquetes demasiado herméticamente el aire queda atrapado y no puede escapar. Esto provoca bolsas de aire fresco dentro de los paquetes y puede producir que ciertas zonas no alcancen la temperatura necesaria para matar todos los microorganismos.

- **Llenado de la cámara**: esto es un factor tan importante como el embalaje descrito anteriormente. La cámara no puede estar sobrecargada. Una cámara con sobrecarga ralentiza el proceso. Asimismo la colocación de los frascos se debe hacer de una manera que permita la libre circulación de vapor dentro de la cámara.

2. OBJETIVO DEL PROYECTO

El objetivo del proyecto será el diseño del apartado eléctrico y neumático de la autoclave y la programación de los dispositivos de control de la autoclave.
La máquina del presente proyecto estará dotada de las medidas necesarias para un correcto funcionamiento determinado por la normativa europea que lo regula.

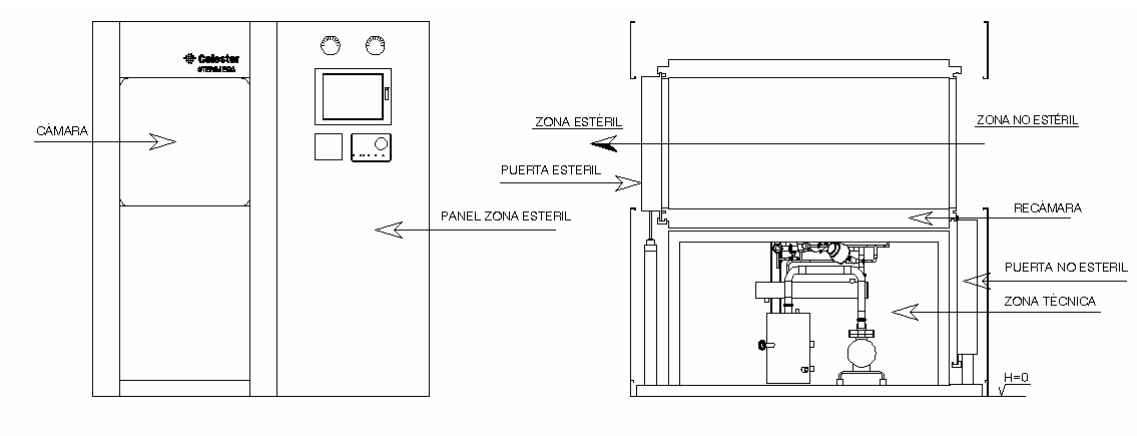
Por lo que el proyecto llevara las siguientes partes:

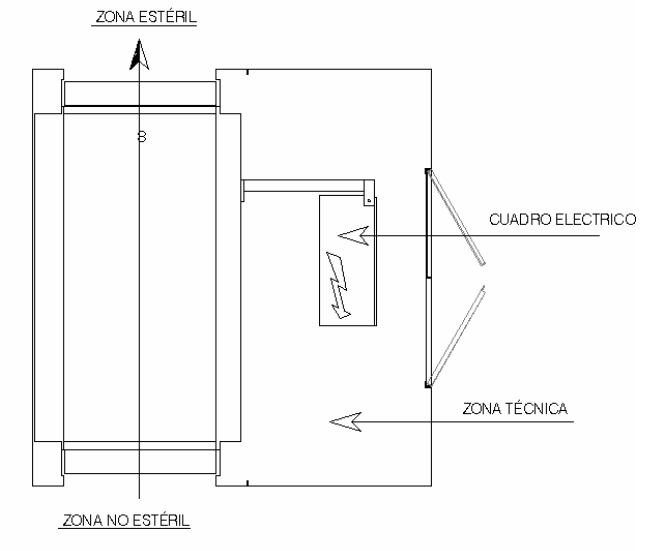
- Diseño de los esquemas eléctricos del autoclave.
- Diseño del cuadro eléctrico.
- Diseño de los esquemas neumáticos.
- Diseño del programa de control con los ciclos de esterilización y mantenimiento.
- Diseño de la interficie del usuario

3. DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA

A continuación realizaré una indicación sobre plano de las diferentes zonas y elementos básicos de la máquina que serán nombradas y explicadas posteriormente durante la explicación del proyecto.

Todos los elementos están reflejados en los planos PI&D y LAYOUT adjuntos en el Anexo I.





3.1 Descripción de los Elementos

A continuación voy a realizar un breve explicación de cada uno de los elementos que posteriormente serán nombrados durante el la explicación del pliego de especificaciones y en la explicación de las entradas y salidas del PLC. En el esquema PID aparecen todas las válvulas de la máquina, no obstante en la explicación solo explicare aquellas válvulas que son controladas a través del PLC.

3.1.1 Fotocélulas

Las fotocélulas se utilizan como elemento de seguridad en la maniobra de cerrar puertas.

- Fotocélula de la puerta no estéril (F01): esta fotocélula está instalada en la parte superior de la puerta, su función es de asegurar la seguridad del cierre y que no quede ningún objeto atrapado entre la puerta y la carcasa. Sí la fotocélula detecta algún objeto la puerta retrocedería.
- Fotocélula en la puerta estéril (F02): realiza exactamente la misma función que la fotocélula de la parte no estéril pero en el lado estéril.

Fotocélulas colocadas en la parte superior de las puertas

3.1.2 Detectores de Posición en los Pistones Neumáticos

Los detectores instalados sobre los pistones neumáticos se utilizan para asegurar la maniobra de bloqueo de las puertas y la maniobra de abrir/cerrar puertas.

- Detector puerta no estéril (B01): el detector está instalado sobre el pistón de la puerta no estéril si el contacto del detector no se activa significa que el pistón no ha salido del todo y por lo tanto la puerta no está bien cerrada y el ciclo no puede empezar.
- Detector puerta estéril: (B02): realiza la misma función que el detector de la puerta no estéril.
- Detector bloqueo no estéril (B03): es el detector instalado en el pistón neumático que bloquea la puerta durante el ciclo. Sí el contacto del detector no está activado, significa que la puerta no está bloqueada y por lo tanto no podrá iniciarse el ciclo.
- Detector bloqueo puerta estéril (B04): Realiza exactamente la misma función que el detector de la puerta no estéril.

3.1.3 Presostatos

Los presostatos se utilizan para informar al PLC de que las presiones requeridas por el sistema. En caso contrario el PLC actuará según los requerimientos del programa para cada caso en concreto.

- Presostato agua de red (PS 45): está situado justo detrás del filtro de la entrad de agua de red su función es de asegurar que en la tubería haya la presión de agua necesaria. El presostato está tarado a 1,5 bares, si el agua baja de 1,5 bares el PLC lanzará una alarma.
- Presostato de aire comprimido (PS701): está situado en la entrada del aire comprimido. Su función es la de asegurar que la presión en la de aire comprimido es la correcta. El presostato está tarado a 0,5 páscales, si la presión del aire baja de 0,5 mP el PLC lanza una alarma.

- Presostato de vapor de red (PS 02): está situado justo después del filtro de entrada en vapor de red. Su función es comprobar la presión del vapor que se inyecta en la recámara. El presostato está tarado a 1,5 bares, si la presión del vapor baja de 1,5 bares el PLC lanza una alarma.
- Presostato de vapor limpio (PS 06): está situado justo detrás de la entrad de vapor puro. Su función es la de comprobar la presión del vapor que se inyecta en la cámara. El presostato está tarado a 1,5 bares, si la presión del vapor baja de 1,5 bares el PLC lanza una alarma.
- Presostato de seguridad recamara (PS 10): esta situado en la parte superior de la máquina y conectado a la recámara, su función es la de asegurar que la presión en la recámara no supera la presión deseada. El presostato está tarado a 2,4 bares si la presión supera los 2,4 bares el PLC lanza una alarma.
- Presostato de seguridad cámara (PS 14): está situado en la parte superior de la máquina y conectado directamente a la cámara. Su función es la de asegurar que la presión en la cámara no sobrepasa la presión deseada. El presostato está tarado a 2,4 bares si la presión supera los 2,4 bares el PLC lanza una alarma.
- Presostato vapor filtro de aire (PS 21): está situado justo debajo del filtro. Su función es comprobar la presión del vapor en el filtro durante el proceso de esterilización del filtro. El presostato está tarado a 1,5 bares, si la presión supera 1,5 bares el PLC lanza una alarma.

Menos el presostato de aire comprimido y los presostatos de seguridad cámara y recámara todos son de este tipo

3.1.4 Válvulas y Detectores

Todas las válvulas se activan de manera neumática. El PLC es el encargado de activar las electro válvulas que dejan pasar el aire comprimido para activar las válvulas.

3.1.4.1 Detectores de Posición

Todas las válvulas neumáticas disponen de un detector de posición que indica si la válvula está totalmente abierta. De esta forma cuando una válvula no abre o no cierra correctamente se genera un mensaje de alarma en el PC, indicando cuál es la válvula que falla y debe producirse una alarma acústica y óptica.

3.1.4.2 Descripción de Válvulas y Detectores

- Válvula + detector vapor recámara (GPV 04): esta válvula es la encargada de hacer entrar el vapor en la recámara.
- Válvula + detector vacío cámara (GPV 36): esta válvula está conectada a la parte inferior de la cámara. Está válvula se abre cuando se realiza el vacío de aire de la cámara.

- Válvula + detector purga recámara (GPV 37): esta válvula es la encargada de dejar pasar el aire comprimido ya filtrado hacia la cámara. También tiene la función de aislar del sistema el filtro durante el proceso de esterilización del filtro.
- Válvula + detector aire comprimido a cámara (GPV 19): es la válvula encargada de permitir la entrad de aire comprimido a todo el sistema. También tiene la función de aislar del sistema el filtro durante el proceso de esterilización del filtro.
- Válvula + detector descompresión recámara (GPV 34): es la válvula encargada de sacar la presión a la recámara.
- Válvula + detector descompresión cámara (GPV 55): es la válvula encargada de sacar la presión a la cámara.
- Válvula vapor al filtro (GPV 18): es la válvula encargada de dejar pasar el vapor hacia el filtro durante la maniobra de esterilización del filtro.
- Válvula purga filtro (GPV 25): es la válvula encargada del drenaje del filtro después al finalizar la maniobra de esterilización del filtro.
- Válvula vaciado del filtro (GPV 23): es la encargada de vaciar el filtro de los residuos que puedan quedar en él.

3.1.5 La Válvula Modulante

La válvula modulante (MEM08): es la encargada de regular la entrada de aire en la cámara de esterilización. Al inicio del ciclo de esterilización la válvula estará abierta al 100%, hasta que la cámara alcance la temperatura deseada para la esterilización. A partir de este momento la válvula se encarga de regular la entrada de vapor en cámara según de la necesidad con el objetivo de conseguir estabilizar la temperatura lo más próxima a la deseada.
El grado de obertura de la válvula lo establece el PLC.

La válvula modulante

3.1.6 Sondas de Temperatura

Las sondas de temperatura utilizadas son del tipo PT100 con convertidor de 4 a 20mA incorporado. El convertidor proporciona una respuesta lineal para el PLC.

- Temperatura de condensados (TT31): esta sonda se encuentra dentro de la cámara de esterilización. Su función es medir la temperatura de condensados. Los parámetros obtenidos ayudarán a realizar los cálculos para controlar la entrada de vapor en la cámara.

- Temperatura filtro de aire (TT24): esta sonda está instalada en el filtro de aire. Su función es medir la temperatura del filtro durante el proceso de esterilización del mismo.

Sonda PT-100

Convertidor 4 a 20mA

3.1.7 Sondas de Presión

Las sondas de presión utilizadas son transductores con convertidor 4 a 20mA incorporados. El convertidor proporciona una respuesta lineal para el PLC.

- Presión recámara PT (11): es la sonda encargada de comprobar la presión en la recámara. Los datos obtenidos serán utilizados para controlar la presión en recámara y así regular la entrada de vapor en recámara, así como comprobar que no se pase de la presión máxima admitida haciendo una función de seguridad.
- Presión cámara (PT15): es la sonda encargada de comprobar la presión en la cámara. Los datos obtenidos serán utilizados para controlar la presión en cámara y así regular la entrada de vapor en cámara, así como comprobar que no se pase de la presión máxima admitida haciendo una función de seguridad

Sondas de presión

4. PLIEGO DE ESPECIFICACIONES

En el siguiente pliego de especificaciones se va a describir las condiciones que necesita la máquina para funcionar así como el funcionamiento de la misma. En el funcionamiento se va a describir tanto las condiciones de inició de ciclo así como un explicación detallada de un ciclo de esterilización así como de los ciclos de mantenimiento.

4.1 Conexión de Suministros

A continuación se va a describir los suministros necesarios para un correcto funcionamiento de la máquina. Estos suministros deben ser proporcionados por el cliente hasta la máquina. La máquina cuenta con los dispositivos necesarios para realizar la conexión de suministros a maquina.

Aire comprimido: El equipo precisa de aire comprimido libre de aceite a 6 bar. Se utiliza para el accionamiento neumático de las válvulas, el movimiento de las puertas y la presurización de la cámara. Se debe conectar en la toma del filtro FT 700.
Agua de red: El equipo precisa de 7 l/m. de agua de red a 4 bar como mínimo. Se utiliza para alimentar la bomba de vacío (VP 41) y para refrigerar los condensados del sistema de vacío. La línea de agua de red debe conectarse en la entrada de la válvula BMV 42.
Vapor puro: El equipo precisa de 149 kg. /h de vapor puro a 3 bar. Se utiliza para la esterilización del producto en cámara, y para la esterilización del filtro de aire estéril. La línea de vapor puro debe conectarse en la línea del presostato PS 06.
Vapor de red: El equipo precisa de 30 kg. /h de vapor industrial a 3 bar. Se utiliza para mantener la presión de trabajo en la recámara. La línea de vapor de red debe conectarse en la línea del filtro FT 01.
Drenaje: Todas las válvulas de drenaje están unidas en un solo colector de salida.
Energía eléctrica: El equipo precisa de alimentación eléctrica trifásica 380V, 50Hz, 3kw.

4.2 Especificaciones Funcionales

Dentro de la máquina existen una serie de sistemas integrados necesarios para el funcionamiento de la máquina. A continuación viene una explicación de cada uno de estos sistemas.

Sistema de vacío: Para hacer vacío se utiliza una bomba de anillo líquido, colocada en la zona técnica junto a la cámara. En la cámara se hace vacío a través de una tubería y válvula. Para garantizar la ausencia total de condensados en la cámara, mediante un by-pass, se purgan continuamente los mismos. Entre la bomba de vacío y la cámara hay un intercambiador de calor para enfriar el vapor y los condensados antes de ser introducidos en la bomba, mejorando así su rendimiento.
La bomba de vacío se alimenta de agua a través de un depósito sobre el que recircula el agua. Mediante un termostato se controla que la temperatura del agua para que no sobrepase los 40º C, añadiendo, dado el caso, agua fría. Mediante este sistema se consigue un Importante ahorro de agua.

Sistema entrada aire (en cámara): La presurización (mantenimiento de la presión atmosférica) de la cámara se realiza mediante la entrada de aire a través de un filtro de aire de eficiencia absoluta 0,01 μm.

Sistema de aire comprimido: La autoclave necesita de un suministro de aire comprimido exterior para el accionamiento de válvulas y puertas, y para ello utiliza dos diferentes presiones de trabajo (una de 3 bar para las juntas de las puertas y una de 6 bares para accionar las puertas y las válvulas neumáticas) incorporando, a tal fin, los siguientes elementos:

• Un manorreductor graduado a 3 bares, con filtro y engrasador para accionar las juntas de las puertas. El engrasador está lleno de silicona líquida.
• Un manorreductor graduado a 6 bares con filtro para accionamiento de las puertas y de las válvulas neumáticas.
• Un manorreductor graduado a 2.5 bar para la entrada de aire comprimido en cámara.

4.3 Ciclo de Funcionamiento

En este apartado se va a describir el funcionamiento de un ciclo pasando por todas las etapas desde los requisitos para iniciar el ciclo hasta el final del mismo.

4.3.1 Requisitos de Seguridad

Para que de comienzo un ciclo de esterilización se tiene que cumplir una serie de requisitos. Se trata básicamente de unos requisitos de seguridad para proteger al usuario, y para asegurar que la máquina está en condiciones de proporcionar un correcto funcionamiento sin sufrir ningún daño que altere su funcionamiento. Si estos requisitos iniciales no se cumplen la máquina no puede comenzar a funcionar.
A continuación vienen descritos estas condiciones:

Ciclo en marcha: Condición básica para poder iniciar un ciclo. Para cumplir con esta condición, finalizar el ciclo que haya en marcha o esperar a que finalice.
Puerta no abierta: Cuando un ciclo acaba es necesario abrir la puerta. Hasta que se abra alguna de las puertas, el equipo no da por descargado el producto del interior y por lo tanto no permite volver a esterilizarlo. Para cumplir con esta condición, abrir una puerta y volverla a cerrar.
Puerta de carga: Condición para asegurar que la última puerta cerrada coincide con la puerta de carga configurada en la receta que se ha cargado en el PLC.
Para cumplir con esta condición abrir y cerrar, mediante el pulsador, la puerta de carga correspondiente.
Puerta no estéril: Condición para asegurar que la puerta no estéril se encuentre tanto cerrada como bloqueada para evitar que se pueda poner un ciclo en marcha con la puerta abierta. Para cumplir con esta condición cerrar, mediante el pulsador, la puerta no estéril.
Puerta estéril: Condición para asegurar que la puerta estéril se encuentre tanto cerrada como bloqueada para evitar que se pueda poner un ciclo en marcha con la puerta abierta. Para cumplir con esta condición cerrar, mediante el pulsador, la puerta estéril.

Bomba vacío: Condición por la que se asegura que la bomba de vacío funciona correctamente, pudiendo llevar a cabo todas las fases del ciclo.
Para cumplir con esta condición, reponer la protección de la bomba en el cuadro eléctrico.

Agua de red: Comprueba que haya suficiente presión de agua de red para el funcionamiento de la bomba de vacío y el enfriamiento de los condensados.
Para cumplir con esta condición, reponer el suministro de agua de red.
Aire comprimido: Comprueba que haya suficiente presión de aire comprimido para poder abrir y cerrar las válvulas neumáticas y realizar correctamente toda la maniobra de puertas.
Para cumplir con esta condición, reponer el suministro de aire comprimido.
Vapor puro: Comprueba que haya suficiente presión de vapor puro para poder realizar el calentamiento y la esterilización. Para cumplir con esta condición, reponer el suministro de vapor puro.
Vapor de red: Comprueba que haya suficiente presión de vapor de red para poder mantener la presión de trabajo en recámara. Para cumplir con esta condición, reponer el suministro de vapor de red.
Paro de emergencia: Para realizar el ciclo es necesario que el paro de emergencia no esté accionado. Para cumplir con esta condición reponer el paro de emergencia, tanto del lado no estéril como del lado estéril.

4.3.2 Ciclo de Trabajo

El ciclo está formado por una sucesión de fases y dentro de estas fases están los parámetros configurables dependiendo de la carga a esterilizar. El ciclo en sí consiste en alcanzar una temperatura seleccionada, mantenerla durante un tiempo seleccionado y secar o enfriar hasta una presión, tiempo o temperatura seleccionada.
Antes de empezar a calentar existe una serie procedimientos para eliminar el aire del interior de la cámara para conseguir una perfecta homogeneidad de temperatura en su interior.
Para conseguir la temperatura seleccionada durante el calentamiento, se toma como control la temperatura de condensados, ya que ésta está situada en la parte más fría.
La recámara se mantiene 1 °C por debajo de la temperatura seleccionada para la esterilización, para favorecer el calentamiento de la cámara. A partir de esta temperatura, de la presión de cámara y de la temperatura seleccionada se va regulando el funcionamiento de la válvula modulante de vapor, tanto para alcanzar la temperatura como para mantenerla, de manera que ésta se mantenga lo más próxima posible a la temperatura seleccionada.
Para secar la carga se realiza vacío en el interior de la cámara y se mantiene la recámara a la presión de trabajo, permitiendo que la recámara caliente y seque el material del interior de la cámara.
Para enfriar la carga, se presuriza y mantiene la cámara por encima de la presión atmosférica, a la vez que se van eliminando condensados.

4.3.3 Inicio del Ciclo de Esterilización

Para iniciar un ciclo de esterilización es necesario introducir unos parámetros. Estos parámetros son los que indican los valores numéricos que va a utilizar la máquina para realizar el ciclo deseado por el usuario.
Estos parámetros son introducidos por el usuario. Los parámetros quedan gravados en la memoria de manera que no es necesario introducirlos cada vez que se iniciar un ciclo sino que solo deberán ser cambiadas si el usuario desea cambiar la receta del ciclo.

Puerta de carga: Parámetro para indicar que puerta debe ser la última en cerrarse. Si por ejemplo se selecciona la no estéril y la última en cerrarse ha sido la estéril no se podrá iniciar el ciclo.
Las tres opciones posibles son: Puerta no estéril, cualquiera (deshabilita la puerta de carga) y puerta estéril.
Tiempo prevacío dinámico: Parámetro para indicar el tiempo que durará la fase de prevacío dinámico. El tiempo empieza a contar una vez la presión ha bajado hasta la presión seleccionada en el siguiente parámetro.
El valor seleccionado puede variar entre 0 y 20 minutos. Si se selecciona 0 no hay fase de prevacío dinámico.
Presión prevacío dinámico: Parámetro para indicar el vacío para iniciar la cuenta del tiempo de prevacío dinámico. El valor seleccionado puede variar entre 50 y 150 mBar.
Número de pulsos en vacío: Parámetro para indicar las repeticiones de pulsos en vacío que se deben realizar. Se considera un pulso cada vez que la presión alcanza la presión mínima. El valor seleccionado puede variar entre 0 y 5 pulsos. Si se selecciona 0 pulsos no hay fase de pulsos en vacío.
Presión mínima pulsos en vacío: Parámetro para indicar hasta que presión se realizará vacío en la cámara durante la fase de pulsos en vacío. El valor seleccionado puede variar entre 50 y 150 mBar.
Presión máxima pulsos en vacío: Parámetro para indicar hasta que presión se introduce vapor en la cámara durante la fase de pulsos en vacío. El valor seleccionado puede variar entre 500 y 1500 mBar.

Número de pulsos en presión: Parámetro para indicar las repeticiones de pulsos en presión que se deben realizar. Se considera un pulso cada vez que la presión alcanza la presión máxima. El valor seleccionado puede variar entre 0 y 5 pulsos. Si se selecciona 0 pulsos no hay fase de pulsos en presión.

Presión mínima pulsos en presión: Parámetro para indicar hasta que presión se descomprimirá la cámara durante la fase de pulsos en presión. El valor seleccionado puede variar entre 1300 y 1500 mBar.

Presión máxima pulsos en presión: Parámetro para indicar hasta que presión se introduce vapor en la cámara durante la fase de pulsos en presión. El valor seleccionado puede variar entre 1500 y 2000 mBar.

Temperatura mínima esterilización: Temperatura límite inferior de la cual no puede descender la temperatura de condensados durante la esterilización. Si la temperatura desciende de este parámetro se deja de contar el tiempo de esterilización y se produce una alarma. El valor seleccionado puede variar entre 0.0 °C y la temperatura de esterilización seleccionada.

Temperatura esterilización: Parámetro para indicar la temperatura a la cual se va a esterilizar el producto. A partir de este parámetro se realizará el cálculo de la presión de trabajo. El valor seleccionado puede variar entre 100 y 134 °C.

Temperatura máxima esterilización: Temperatura límite superior la cual no puede ser superior la temperatura de condensados. Si la temperatura de condensados supera este valor, se abortaría el ciclo y se produciría una alarma. Este parámetro se tendrá en cuenta durante todo el ciclo.

El valor seleccionado puede variar entre la temperatura seleccionada para la esterilización más dos grados y 140 °C.

Tiempo mínimo esterilización: Tiempo, en minutos, que se debe mantener la temperatura de condensados por encima de la temperatura de esterilización seleccionada. El valor seleccionado puede variar entre 0 y 999 minutos.

Tiempo Fo: El valor de Fo en la esterilización nos indica que según la temperatura de condensados y el tiempo de esterilización transcurrido, tiene el mismo el mismo efecto esterilizante que Fo minutos a 121 °C. El valor seleccionado puede variar entre 0 y 999.

Tiempo máximo de secado: Parámetro para indicar el tiempo que durará la fase de secado. El tiempo empieza a contar una vez la presión ha bajado hasta la presión seleccionada en el siguiente parámetro. La fase de secado y el ciclo finalizan o bien cuando se ha cumplido el tiempo seleccionado o bien cuando se ha alcanzado la presión final de secado. El valor seleccionado puede variar entre 0 y 999

Presión inicio tiempo secado: Parámetro para indicar a partir de que presión se inicia la cuenta del tiempo de secado. El valor seleccionado puede variar entre 100 y 200 mBar.

Presión final secado: Parámetro para indicar la presión que se debe alcanzar durante la fase de secado para finalizar la fase y a su vez el ciclo. La fase de secado finaliza o bien cuando se ha cumplido el tiempo seleccionado o bien cuando se ha alcanzado la presión final de secado. El valor seleccionado puede variar entre 0 y 70 mBar.

Temperatura final enfriamiento: La sonda de control debe alcanzar este valor para considerar la fase y el ciclo como finalizados.

El valor seleccionado puede variar entre 60.0 °C y 95.0 °C.

Velocidad de vacío: Parámetro para indicar la velocidad de vacío en cámara. Mediante este parámetro se puede evitar hacer un vacío muy brusco a un material que podría estropearse o bien realizar vacío en materiales porosos. Este parámetro afectará a todas las fases en las que interviene el sistema de vacío.

El valor seleccionado puede variar entre 0.1 y 9.9 mbar/s. Si se selecciona 9.9 mbar/s. no se tendrá en cuenta este parámetro.

Velocidad de vapor: Parámetro para indicar la velocidad de vapor en cámara. Mediante este parámetro se puede evitar hacer una entrada de vapor muy brusca sobrecalentando un material que podría estropearse. Este parámetro afectará a todas las fases en las que interviene el vapor en cámara. El valor seleccionado puede variar entre 0.1 y 9.9 mbar/s. Si se selecciona 9.9 mbar/s. no se tendrá en cuenta este parámetro.

Puerta de descarga: Parámetro para indicar que puerta debe ser la primera en abrirse al finalizar un ciclo, siempre y cuando el ciclo haya sido correcto.

Las tres opciones posibles son: Puerta no estéril, cualquiera (da permiso a las dos puertas al finalizar el ciclo correctamente) y puerta estéril.

4.4 Descripción del Ciclo de Esterilización

Una vez introducidos los parámetros necesarios, ya se puede poner en funcionamiento la máquina. A continuación se describen las diferentes etapas del ciclo de esterilización.

4.4.1 Transfiriendo parámetros

Durante esta etapa se transfieren los datos de la receta al PLC de control, una vez transferidos todos los datos, se pasa a la fase de aire a las juntas.

4.4.2 Aire a las juntas

Durante esta primera etapa se produce una circulación de aire por el interior de la junta de la última puerta abierta por tal de proceder a la lubricación de la misma. Para ello se abre la válvula de aire a la junta y se procede a su vez a hacer vacío. De esta manera se consigue una circulación de aire por el alojamiento de la junta, consiguiendo una lubricación de la misma, puesto que el aire ha pasado previamente por un lubricador de aceite de silicona. También se presurizan al final del proceso por tal de dejar la cámara herméticamente cerrada al exterior, antes de
proseguir, con la siguiente fase. Esta presurización se mantendrá durante todo el ciclo para conseguir que la cámara siga hermética.

4.4.3 Prevacío

El vacío que podremos alcanzar en un tiempo razonable corresponderá a una presión absoluta de 0,2 bares. Como se parte de presión atmosférica, 1,013 bares, al llegar a 0,2 bar se habrá eliminado el 80 % del aire. Durante la fase de esterilización, el aire que queda, el sistema de purga del autoclave, permitirá que se vaya eliminando el resto de aire, pero también se puede eliminar utilizando ciertas técnicas como el prevacío que a continuación se explica.

Veamos por qué conseguimos eliminar prácticamente todo el aire con varios prevacíos, aclarándolo con un ejemplo. Supongamos que tenemos una botella con un litro de vino.

Tiremos el 80% de vino, rellenémosla con agua y mezclemos bien. Tendremos una mezcla con 0,2 litros de vino y 0,8 litros de agua. (20% de vino y 80% de agua).

Tiremos ahora el 80% de la mezcla. Nos quedarán 0,2 litros de los cuales el 20% (0,04 litros) serán de vino y el 80% (0,16 litros) serán de agua. Volvamos a llenar la botella con agua. Tendremos otra vez un litro del que 0,04 litros serán vino (4%) y el resto, 0.96 litros (96%) son agua.

Tiremos por tercera vez el 80% e la mezcla obtenida. Quedará otra 0,2 litros de los que el 4%, (0,008 litros) serán vino y el 96%, (0,192 litros) serán agua. Y por fin llenemos por tercera vez la botella con agua hasta completar el litro de mezcla. Tendremos 0,008 litros de vino (0,8%) y 0,992 litros de agua, (99,2%).

Éste es el mecanismo que se utiliza en los prevacíos del autoclave para eliminar el aire de la cámara.

En la siguiente tabla vemos el aire residual y el vapor presente en la cámara después de tres prevacíos para tres supuestos de nivel de vacío.

PROPORCIÓN AIRE / VAPOR EN LA CÁMARA DE UN AUTOCLAVE

Vacío hasta el	80%	0,2 bar	85%	0,15 bar	90%	0,1 bar
	Aire	Vapor	Aire	Vapor	Aire	Vapor
	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%
Primer prevacío	20,00%	80,00%	15,00%	85,00%	10,00%	90,00%
Segundo prevacío	4,00%	96,00%	2,25%	97,75%	1,00%	99,00%
Tercer prevacío	0,80%	99,20%	0,34%	99,66%	0,10%	99,90%

4.4.3.1 Prevacío dinámico

Imaginemos que hacemos vacío en la cámara del autoclave hasta una presión de 0,1 bar. Ya hemos eliminado el 90% del aire. Ahora, sin dejar de hacer vacío, hacemos entrar vapor sin dejar que la presión pase de 0,2 bar. Si observamos la tabla de las tensiones del vapor de agua veremos que a 0,2 bar le corresponde una temperatura de 60º C. El vapor que nos entra en la cámara, aunque lo haga a una temperatura superior a los 100º C, al expansionarse hasta la presión de la cámara, bajará hasta llegar a los 60º C que le corresponden a esta presión. Éste es el máximo calor que recibirán los viales, que por lo

tanto no podrán alcanzar una temperatura superior a ésta y por consiguiente su presión interna tampoco subirá. En estas condiciones, podemos continuar el prevacío dinámico indefinidamente sin peligro de que los viales exploten. Mientras, al seguir haciendo vacío, aunque perdamos bastante vapor, podremos eliminar totalmente el aire.

Hasta aquí la teoría del prevacío a continuación viene la explicación de cómo lo realiza el PLC.

Se realiza vacío en la cámara hasta alcanzar la presión de vacío determinada por el usuario (dependiendo del producto que se tenga que esterilizar). Una vez alcanzado este vacío se mantiene la válvula de vacío abierta y la bomba en funcionamiento y a su vez la válvula de vapor cámara modulando entre 0 y un 30% dependiendo de la presión de cámara, durante el tiempo seleccionado por el usuario.

4.4.4 Pulsos en vacío

Se entiende por pulsos en vacío el hecho de hacer vacío dentro de la cámara hasta una presión seleccionada por el usuario, seguido de la entrada de vapor hasta la presión seleccionada por el usuario como presión máxima. Estos pulsos se repetirán tantas veces como haya configurado el usuario. Tiene por objeto la eliminación rápida del aire y el precalentamiento del material a esterilizar. Se trata de repetir un número determinado de veces el procedimiento del punto anterior para conseguir la total eliminación del aire.

4.4.5 Pulsos en presión

Durante los pulsos en vacío, si hay algún tipo de fuga, dado que toda la fase se realiza a presión subatmosférica, entrará aire en la cámara. A pesar de todos los esfuerzos para eliminar el aire, este nunca desaparecerá del todo. Si el producto que se esta esterilizando no es capaz de “esconder” el aire, no es preocupante, ya que debido a la mayor densidad del aire respecta a la del vapor, durante la fase de esterilización el aire será eliminado con los condensados gracias a la purga constante. Si el producto es poroso, como un paquete de ropa, el aire queda ocluido dentro del producto y no es eliminable por gravedad. Con los pulsos a presión se podrá eliminar el potencial aire presente en la cámara.

En cuanto al PLC se entiende por pulsos en presión el hecho de inyectar presión a la cámara de la autoclave hasta una presión seleccionada por el usuario, seguido de una descompresión hasta la presión seleccionada por el usuario. Estos pulsos se repetirán tantas veces como haya seleccionado el usuario. Esta fase es ideal para cargas porosas.

4.4.6 Calentamiento

Mantiene abierta la válvula de entrada de vapor a la cámara y controla su grado de apertura dependiendo de la temperatura seleccionada y de la presión teórica respecto a los valores reales de temperatura y presión.
La presión teórica se calcula a partir de la temperatura seleccionada mediante la tabla de vapor de agua, en la que para cada temperatura le corresponde una presión.
Cuando la cámara alcanza la temperatura seleccionada empieza la esterilización.

4.4.7 Esterilización

Durante la esterilización la válvula de entrada de vapor sigue regulando su apertura a partir de los mismos parámetros, con el fin de mantener la presión y la temperatura lo más estable posible. La fase finaliza cuando la temperatura de condensados ha estado por encima de la temperatura seleccionada el tiempo seleccionado y el Fo acumulado es igual o mayor al Fo seleccionado.
Secado: Primero hace una descompresión lenta de la cámara hasta 1500 mbar. y sigue haciendo vacío durante toda la fase. Cuando se alcanza el vacío seleccionado de inicio de tiempo, el tiempo de secado empieza a contar. Durante la fase, la recámara se mantiene con vapor a la presión de trabajo para facilitar el calentamiento y el secado del producto del interior de la cámara.
La fase finaliza cuando se ha cumplido el tiempo de secado seleccionado o bien cuando se ha alcanzado la presión mínima de secado.
Enfriamiento: Para enfriar la carga, se mantiene la purga de condensados de cámara y no se permite descender de presión atmosférica, entrando aire estéril si fuese necesario. A su vez se descomprime la recámara para no provocar un calentamiento del producto. La fase finaliza cuando la temperatura seleccionada es alcanzada. Para que el ciclo ejecute la fase de enfriamiento en lugar de secado, será necesario poner a 0 el tiempo de secado.

Fin de ciclo: Una vez finalizadas todas las fases se pasa a Fin de ciclo, momento en el cual la autoclave se ajusta hasta presión atmosférica para poder abrir las puertas. Una vez se mantenga durante un minuto seguido a presión atmosférica el ciclo acabará y dará permiso a la puerta que corresponda, siempre que lo permitan las condiciones de seguridad.

4.5 Descripción de los Ciclos Auxiliares (mantenimiento)

La máquina tiene programadas unos ciclos para el mantenimiento y la comprobación del su correcto funcionamiento.

4.5.1 Ciclo de Test de cámara

La finalidad de este ciclo es asegurar la estanqueidad de la cámara comprobando la ausencia de fugas en la misma. Se realiza realizando un vació a la cámara.
Este ciclo se debe realizar una vez al mes o una vez cada quince días, según el ritmo de trabajo de la autoclave.
Es indispensable realizarlo con la autoclave fría.

Fases del Test de cámara:
Aire a las juntas: Durante esta primera etapa se produce una circulación de aire por el interior de la junta de la última puerta abierta por tal de proceder a la lubricación de la misma. Para ello se sellan las puertas mediante aire a las juntas. Una vez las juntas lubricadas y contra las puertas, se pasa a la siguiente fase.
Preparación Test de vacío: Con todas las válvulas cerradas, excepto aire a las juntas, se
pone en marcha la bomba de vacío y abre la válvula de vacío cámara hasta alcanzar 70 mBar absolutos, momento en el cual se cierra la válvula de vacío cámara y se para la bomba. En ese momento se pasa a la siguiente fase.

Estabilización: Durante 5 minutos, se deja que la presión de cámara se estabilice, sin tener en cuenta los cambios de presión ocurridos durante este tiempo. Cuando han transcurrido los 5 minutos se toma la lectura de presión en la cámara y será la que marque la presión de inicio del Test.
Tiempo de Test: Empieza a contar el tiempo de Test (10 minutos). Una vez transcurrido el tiempo se toma nota de la presión y ésta debe ser inferior o igual a la presión inicial más 13 mBar. De no cumplirse esta condición, daría alarma de estanqueidad en la cámara, indicando que la cámara no es estanca. Para iniciar el ciclo es necesario un nivel de acceso de operario y pulsar sobre el botón de "Test de cámara", situado en la parte inferior de la pantalla. En la siguiente pantalla, el sistema muestra las condiciones de inicio del ciclo.

4.5.2 Ciclo de Esterilización del Filtro

La finalidad de este ciclo es esterilizar el filtro de aire estéril de manera automática. Este ciclo se debe realizar una vez a la semana o una vez cada quince días, según el ritmo de trabajo de la autoclave.

Fases del ciclo de esterilización:
Aire a las juntas: Durante esta primera etapa se produce una circulación de aire por el interior de la junta de la última puerta abierta por tal de proceder a la lubricación de la misma. Para ello se sellan las puertas mediante aire a las juntas. Una vez las juntas lubricadas y contra las puertas, se pasa a la siguiente fase.
Calentamiento: Al iniciar el ciclo se abren las válvulas de entrada de vapor a la carcasa del filtro y de salida de condensados hacia el purgador a pulsos. Mediante un presostato se controla la presión máxima en la carcasa, cortando la entrada de vapor al mismo. Las válvulas de vaciado y purga del filtro se abren a pulsos con el fin de eliminar más rápidamente los condensados del interior del filtro. Cuando la temperatura en la carcasa es de 121 °C, pasa a la siguiente fase.

Esterilización Se mantiene abierta la válvula de purga del filtro y se va regulando la entrada de vapor en función de la temperatura del filtro y de la presión máxima. La válvula de vaciado va abriendo a pulsos. Cuando el tiempo de esterilización es de 15 minutos pasa a la siguiente fase.

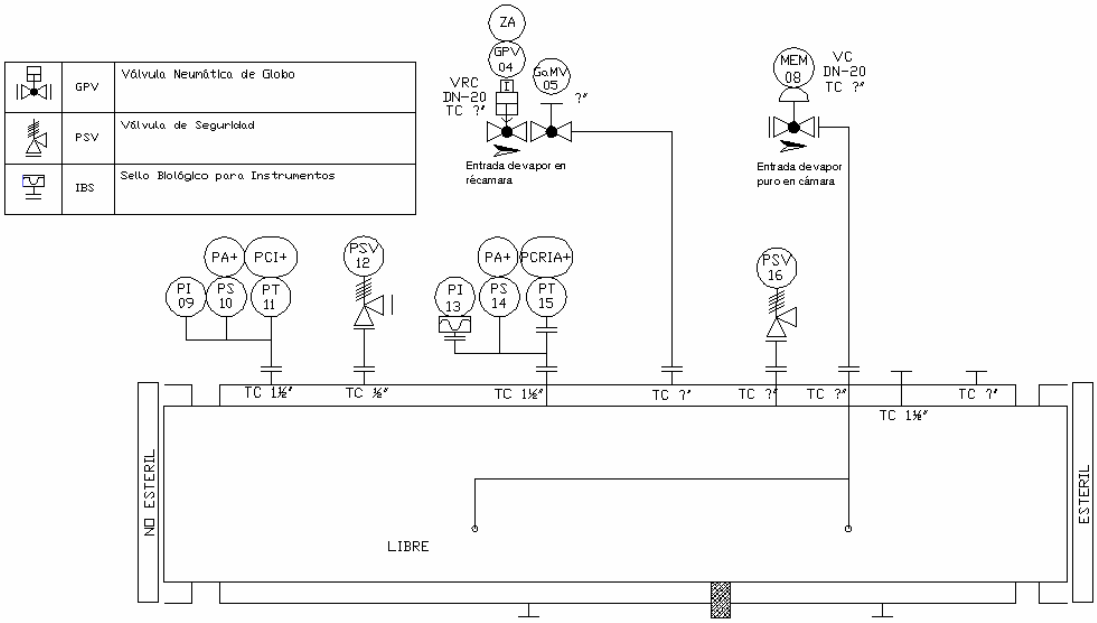
Enfriamiento Se mantiene abierta la válvula de aire comprimido y la de purga del filtro, favoreciendo una circulación de aire por el interior de la carcasa de manera que se consigue que se enfríe. La válvula de vaciado del filtro va abriendo a pulsos para facilitar el secado del mismo. El ciclo finaliza cuando la temperatura en la carcasa del filtro llega a 50 °C.

5. SEGURIDAD

A continuación describiremos las medidas de seguridad de las que está dotado el equipo. El equipo dispone de una serie de sistemas de seguridad que permiten proteger tanto a los operarios que lo manejan como al producto dispuesto en su interior.

5.1 Válvulas de Seguridad

- **PSV 12,** válvula de seguridad **e**stá instalada en la recámara. Su función es evitar una sobre presión provocada por el exceso de vapor en recámara por un fallo en el transductor de presión PT 11, en la válvula de entrada de vapor en recámara GPV 04. Se instala ajustada a 2,75 bares.
- **PSV 16** válvula de seguridad, está instalada en la cámara. Su función es evitar una sobre presión provocada por el exceso de vapor en cámara por un fallo en el transductor de presión PT 15 o en la válvula de entrada de vapor en cámara MEM 08. Se instala ajustada a 2,75 bares.



5.2 Bloqueo de Puertas

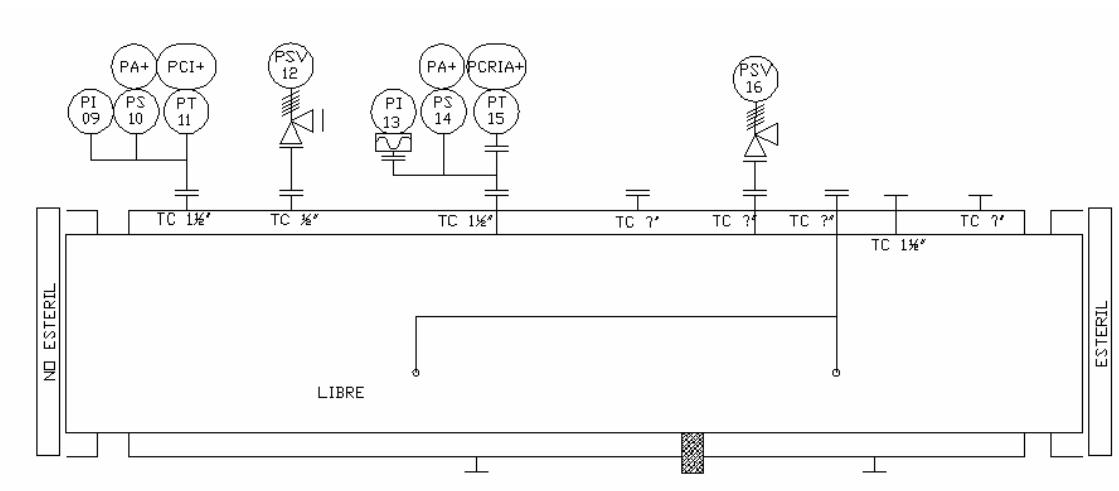
Las dos puertas disponen de un sistema de bloqueo mecánico automático, de manera que impide que la puerta se pueda abrir de manera accidental. La puerta queda bloqueada mediante un pistón que se activa en el momento que el final de carrera detecta que la puerta se ha cerrado.

5.3 Seguridades Eléctricas

El equipo pose unas medidas de seguridad eléctricas que permiten abortar el proceso de esterilización ya sea por un fallo del sistema o por otro tipo de emergencia.

5.3.1 Presostatos de seguridad

PS 10 Está instalado en la recámara. En caso de que la presión de recámara alcance la presión a la que está regulado, cortará eléctricamente las entradas de vapor y agua a la recámara. Está ajustado a 2,5 bar.
PS 14 Está instalado en la cámara. En caso de que la presión de cámara alcance la presión a la que está regulado, cortará eléctricamente la entrada de vapor y aire comprimido a la cámara. Está ajustado a 2,5 bar.



Presostatos de seguridad

5.3.2 Paro de Emergencia

El equipo dispone de 2 paros de emergencia situados junto a cada una de las puertas. Se trata de pulsadores tipo SETA. El accionamiento de cualquiera de ellos provoca el corte de energía de 24V AC a las salidas críticas. Si se acciona mientras se está ejecutando un ciclo, el sistema lo interpreta también como una orden de detener el ciclo. Una vez se reponga el pulsador a su posición de trabajo, será necesario dar al sistema la orden de continuar el ciclo.

5.3.3 Células Fotoeléctricas

Están situadas próximas a la zona de cierre de cada una de las puertas. Invierte el movimiento de cierre de la misma si se interpone cualquier objeto.

5.3.4 Termostato de Seguridad

El equipo dispone de un termostato en el drenaje (TS 50) que controla la temperatura del agua de la bomba de vacío para que no sobrepase la consigna añadiendo, dado el caso, agua fría.

5.3.5 Nivel de Seguridad

El equipo dispone de un nivel en el drenaje (LS 49) que controla el nivel de agua de la bomba de vacío para que no se quede sin agua, añadiendo, dado el caso, agua fría.
De esta manera se evita que la bomba de vacío trabaje sin agua.

5.4 Seguridad por Bloqueo de Salidas Digitales

Si durante un ciclo el PLC detecta un fallo en alguno de los elementos explicados a continuación, el PLC actuará de diferente manera.

Sensor de temperatura de condensados: Si falla durante un ciclo de esterilización, éste se parará.
Transductor cámara: Si falla durante un ciclo de esterilización o un Test de cámara, éste se parará.
Transductor recámara: Si falla durante un ciclo de esterilización, éste se parará.
Sensor de temperatura del filtro: Si falla durante un ciclo de esterilización del filtro, éste se parará.
Bomba de vacío: No funcionará si su protección magneto-térmica se encuentra activada.
Temperatura apertura puertas: Si la temperatura de condensados es superior a 80 ºC será imposible abrir ninguna puerta.
Detector del sistema de bloqueo: Si el sistema de bloqueo no está trabajando correctamente, será imposible abrir ninguna puerta.
Puertas: Es imposible abrir ambas puertas a la vez.

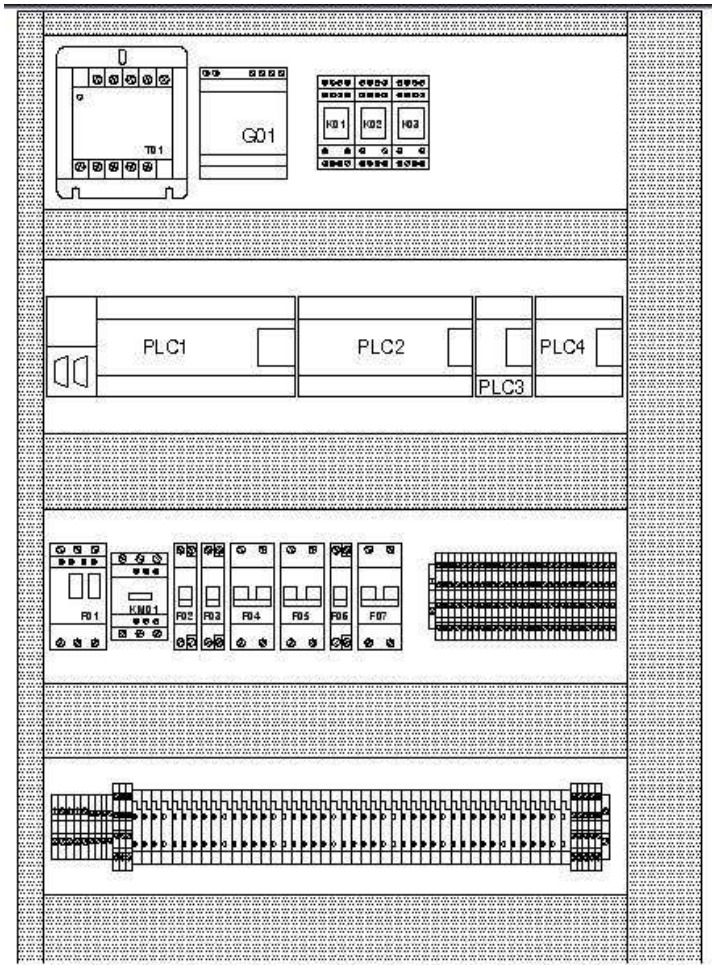
6. ELECTRICIDAD

En este apartado se describen, los procesos necesarios para el diseño del apartado eléctrico de la máquina.

Este apartado contará con dos apartados. Un primer apartado en él que se explicará los elementos de control que van en el cuadro eléctrico. En el segundo apartado se explicará los pasos a seguir para el diseño de los esquemas eléctricos y la explicación de los mismos. Los esquemas eléctricos se encuentran en el Anexo II, en orden cronológico de la explicación.

6.1 Descripción del Cuadro Eléctrico

En este apartado se explicará los elementos que completan el cuadro eléctrico.



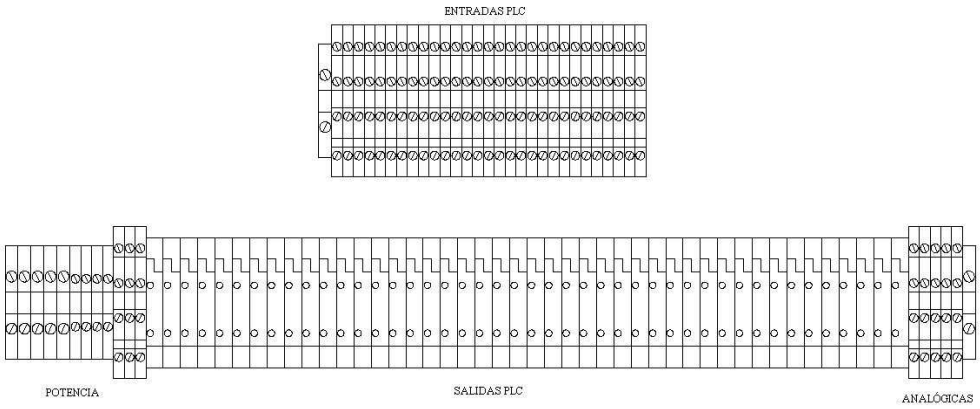
A continuación se va a proceder a una explicación por orden cronológico de cada uno de los elementos que componen el cuadro eléctrico.

- El Armario: para esté proyecto se ha elegido un armario con placa de montaje de hierro de dimensiones 800 x 600 x 250. En el esquema a continuación describe el diseño de la placa de montaje.
- T 01: Transformador 230/400/460V a 115/230. Este transformador es el encargado de transformar la tensión de suministro entre dos fases 230V. En la salida del transformador habrá una tensión de 230V entre una fase y el neutro nuevo creado por una puesta a tierra del transformador. Los 230V obtenidos serán utilizados para los aparatos colocados en la máquina que requieran esta tensión de suministro. Este transformador también hace la función de separación galvánica como elemento de seguridad añadido.
- G 01: Fuente de Alimentación 130-230V a 24V 2.5. la entrada de la fuente está conectada a una tensión de de 230V alterna en la entrada y entrega una tensión de 24V en continua. Esta tensión será utilizada para alimentar la instrumentación utilizada en la máquina.
- K01, K02, K03: Relé Enchufadle 4 Contactos con Bobina de 24 VDC. Estos contactos son utilizados para activar los instrumentos y aparatos que no pueden ser accionados directamente por el PLC.
- PLC 01: CPU con 24 entradas y 16 salidas. Esta es la unidad principal de los PLC´s. Esta unidad contiene el programa principal y va conectada con la pantalla táctil colocada en el panel frontal del lado no estéril de la máquina.
- PLC 02: Módulo de 16 entradas y 16 salidas. Es una unidad de expansión para obtener un número mayor de entrada y salidas.
- PLC 03: Módulo de 8 entrada y 8 salidas. Es una segunda unidad de expansión de entrada y salidas.
- PLC 4: Módulo de 4 entadas analógicas y 1 salida analógica. Este es el modulo encargado de gestionar las entradas y salidas analógicas de la máquina.
- F 01: Guardamotor 2,5 – 4. Este guardamotor el la protección térmica de la bomba de vació instalada en la máquina.

- KM 01: Contactar Tripular 9A con bobina 24 VDC. Este contactar es el encargado de activar y desactivar la bomba de vacío. La orden de activación y desactivación proviene del PLC.
- F 02: Magnetotérmico 6A F+N: es la protección térmica de la pantalla táctil de la máquina.
- F 03: Magnetotérmico 6A F+N: es la protección térmica del enchufe que va colocado en uno de los laterales del cuadro. Este enchufe es para uso de los operarios que vienen a realizar tareas de mantenimiento en la máquina.
- F 04: Magnetotérmico 6A F+F: es la protección térmica de la entrada de tensión del transformador T 01.
- F 05: Magnetotérmico 2A F+F: esta protección térmica está colocada a de la salida de tensión del transformador T 01. Está protección protege a todos los aparatos que dependen de esta línea de 230V.
- F 06: Magnetotérmico 6A F+N: es la protección térmica de la entrada de la fuente de alimentación G 01
- F 07: Magnetotérmico 6 A F+F: esta protección térmica está colocada a de la salida de tensión la fuente de alimentación G 01. Está protección protege a todos los aparatos que dependen de esta línea de 230V.

6.1.1 El Bornero

En este apartado se va a describir en orden cronológico las diferentes partes de las que está compuesto el bornero, que está situado debajo de la placa de montaje del cuadro eléctrico.



- Entradas PLC: En estas bornas irán conectados todos los periféricos de campo que deben ir conectados a las entradas del PLC. Son bornas de dobles altura, quedando en la parte superior los cables de las entradas al PLC. En la parte inferior de las bornas, irán repartidas entre tensión de 24 VDC común y negativo común que provienen de la fuente de alimentación G01.
- Potencia: Las 4 primeras bornas es donde está conectado la acometida de entrada de tensión. Las otras bornas son las encargadas de suministrar tensión a la bomba la pantalla táctil y la base de enchufe.
- Salidas PLC: en estas bornas van conectadas todas las salidas del PLC. Estas bornas incorporan un fusible. El fusible sirve de protección y también de ayuda al operario en el momento de la comprobación eléctrica de la máquina.
- analógicas: En estas bornas de doble nivel van conectadas todas las señales analógicas que van conectadas al PLC. Cada borna lleva conectada una entrada o salida.

6.2 Descripción de los Esquemas Eléctricos

En este apartado se va a explicar el contenido de los esquemas eléctricos adjuntos en el Anexo II así como el criterio seguido para el diseño de los mismos.
Todos los esquemas se han diseñado con el programa de dibujo Autocad.

6.2.1 Esquema de Potencia

En este esquema aparecen todos los aparatos que van conectados a la acometida general. Las bornas 21 y 22 que aparecen a la salida del magnetotermico F05, son las encargados de suministrar un tensión de 230V a toda los aparatos de la máquina que lo necesiten. La borna 24 representa el suministro de 24VDC en toda la máquina, la borna 23 represento el común de 0V y la borna 26 representa la tensión de seguridad. La única diferencia entre las bornas 24 y 26 es que la 26 pasa por el paro de emergencia, de manera que si se aprieta el paro de emergencia los aparatos que van conectados a la borna 26 se apagan.

6.2.2 Esquema Auxiliar de Potencia

En este esquema aparecen los aparado que requieren de suministro eléctrico pero que no van conectados a la acometida. Estos aparatos van conectado a las tensiones de 230V o 24VDC o 24VDC de seguridad. En la parte superior del esquema están dibujadas las diferentes líneas de suministro y en la parte inferior las líneas de retorno.

6.2.3 Esquemas de Entradas Digitales

En estos dos esquemas aparecen todas las entradas del PLC. En la pare inferior de los esquemas apareces las líneas de suministro que indican a que tensión deben ir conectados los módulos en los que se reparten las entradas del PLC, así como la tensión a la que va conectada cada entrada del PLC.

6.2.4 Esquema de Entradas y Salidas Analógicas

En este esquema aparecen todas las señales analógicas que van conectadas al PLC. También en este esquema salen reflejados como deben ir conectados los canales del registrador gráfico que va instalado en el frontal de la parte estéril de la máquina. En el esquema sale reflejado a que tensión debe ir conectada cada entrada o salida analógica del PLC.

6.2.5 Esquemas de Salidas Digitales

Estos esquemas siguen los mismos criterios que los esquemas de entrada al PLC. En el esquema de entras y salidas 1 observamos la conexión de suministro eléctrico del PLC. En la parte central de los esquemas aparecen las bornas/fusibles a las que están conectas las salidas. También aparecen en las salidas que lo requieren los contactos de relés o protecciones magnetotérmicas.

7. NEUMÁTICA

Todos los accionamientos de válvulas, pistones así como las juntas de las puertas funcionan con aire comprimido. En este apartado se va a detallar la instalación neumática de la máquina así como la descripción del esquema neumático. El esquema neumático se encuentra en el Anexo III

7.1 Conexión Neumática

Como se ha explicado anteriormente en el pliego de condiciones la máquina requiere una entrada de aire comprimido a 6 bar. En la foto de a continuación se ve la entrada de aire y los mecanismos que intervienen en su distribución.

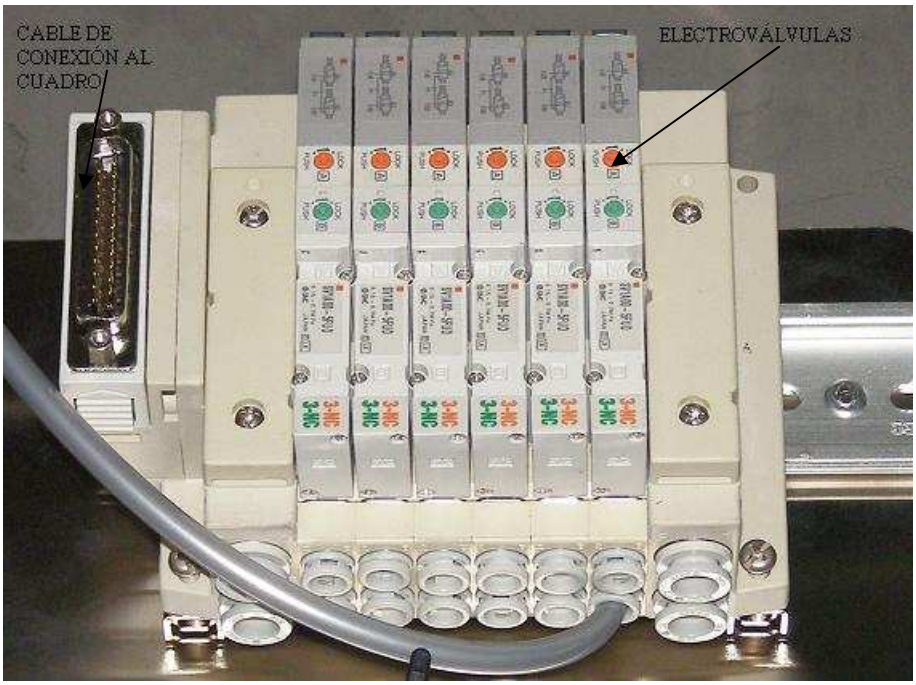
El aire comprimido se divide en dos canales. Uno para la junta de las puertas y el otro que va a alimentar el grupo de electroválvulas que acciona todos los demás elementos

que requieren aire comprimido. A continuación se va a describir por orden cronológico los elementos del distribuidor de la foto.

- Regulador de presión digital: es un presostato digital que regula la presión del aire a 6 bar si la presión del aire desciende de 5,8 se activará una alarma en la pantalla. La entrada de este regulador está conectado a la entrada principal de aire. El aire comprimido de la salida del regulador es el que va a alimentar el grupo de electroválvulas que actúa sobre las puertas, los bloqueos de las puertas y las válvulas.
- Regulador de presión analógico: este regulador de presión regula la entrada de aire a las juntas de las puertas a 3 bar. Este regulador es analógico y no lleva ningún contacto auxiliar. Esta regulación no se considera crítica por lo para ahorrar gastos se coloca este regulador y no uno digital.
- Filtro lubricador: este es un filtro de aire que a la vez lubrica el aire para evitar que se las juntas de goma se resequen con el paso del tiempo.

7.2 El Grupo de Electroválvulas

Todas las electroválvulas están colocadas en un grupo de electroválvulas que va situado en la zona técnica de la máquina. El grupo de electroválvulas va conectado al cuadro eléctrico mediante una manguera multihilo. Cada hilo acciona una electroválvula. En cada grupo de electroválvulas pueden ir un máximo de diez electroválvulas.



7.2.1 Tipos de Electroválvulas

Todas las electroválvulas de la instalación son biestables de manera de que si se les corta la alimentación vuelven a su estado de reposo. Aunque todas las electroválvulas son biestables no son todas igual, en el grupo hay cuatro tipos diferentes de válvulas:

- Electroválvulas de las juntas: estas electroválvulas de tres entradas dos salidas tienen que aguantar el vacío de la bomba cuando se le aplica vacío a las juntas.
- Electroválvulas de las puertas: estas electroválvulas de tres entras y dos salidas son más grandes de las otras ya que para mover los cilindros de las puertas requieren un mayor paso de aire.
- Electroválvulas de bloqueo: son electroválvulas de tres entras dos salidas de un tamaño menor que las electroválvulas de las puertas.
- Electroválvulas de accionamiento: son electroválvulas de una entrada y una salida.

7.3 El Esquema Neumático

En este apartado se va a describir el esquema neumático del Anexo III.

En la parte superior del esquema está dibujado con simbología la parte del distribuidor desde la primera válvula antiretorno hasta la salid de aire a las juntas.
En la línea inferior está dibujado el regulador digital y justo después se va distribuyendo todo el suministro de aire a 6 bar. Primero la válvula modulante, segundo son los pistones de abrir y cerrar puertas, tercero son los pistones de bloque a las puertas y por ultimo todos los accionamientos del grupo de electroválvulas.

8. PLC

La automatización de la máquina funciona con un PLC. En este capitulo se va a explicar todo lo referente al PLC utilizado en la máquina.

8.1 Elección del PLC

Para esta aplicación el PLC utilizado es de S7-200 con CPU 226 de la marca SIEMENS. Esta elección viene ya que el S7-200 es un PLC barato que cumple todas las necesidades funcionales que hacen falta para la automatización de la máquina. Existen en el mercado PLC mas simples que ya podrían implementarse en la máquina pero se escoge la marca SIEMENS por que es una garantía de calidad, tiene un buen servicio pos-venta y de cara al clienta al que hay que venderle la máquina da una buena imagen.

El S7-200 con CPU 226 permite un máximo de cuarenta entradas y cuarenta salidas o una extensión de 7 módulos contando el modulo principal. Para esta aplicación además del modulo se han tenido que implementar unos módulos de extensión. A continuación se va explicar en orden cronológico todos los módulos utilizados.

8.1.1 Módulo CPU

Este es el modulo principal, este módulo es el que lleva incorporada la CPU y por lo tanto es donde reside el programa de control. El módulo funciona a 230V alterna y las entradas/salidas a 24VDC, este módulo es el único módulo que va conectado a una tensión de alimentación, quedando todos los módulos restantes alimentados por este. Para alimentar la memoria la lleva una pila que aguanta la memoria sin tensión de alimentación 200 días. En este módulo también contiene los dos puertos de comunicación. Estos dos puertos 0 y 1 son del tipo PPI. En cuanto a entradas y salidas de periféricos este módulo soporta 24 entadas y 16 salidas. Todas las entradas y salidas van agrupadas en grupos de 8 teniendo que conectar una tensión de 24VDC o 0V.

S7-200 módulo CPU

8.1.2 Módulo de Expansión 16 Entradas/Salidas

Este es un módulo que como su nombre indica proporciona 16 entradas y 16 salidas adicionales a la CPU. El módulo va conectado a la CPU mediante un conector que lleva incorporado.

Módulo de expansión 16E/S

8.1.3 Módulo de Expansión Analógico

Este módulo contiene todas las señales analógicas que genera los periféricos de la máquina. El modulo contiene en su parte superior 4 entradas de señales analógicas y en su parte inferior tiene un salida de señal analógica. Las entradas son para las sondas de temperatura y presión y la salida se emplea para la válvula modulante. Cada entrada y las salidas deben llevan su propia alimentación funcionando de manera completamente independiente la una de las otras.

8.1.4 Módulo de 8 Salidas

Este módulo funciona igual que el módulo de 16 E/S, pero este solo tiene 8 salidas agrupadas en dos grupos de 4.

Módulo de expansión 8 salidas

8.2 Software de Programación

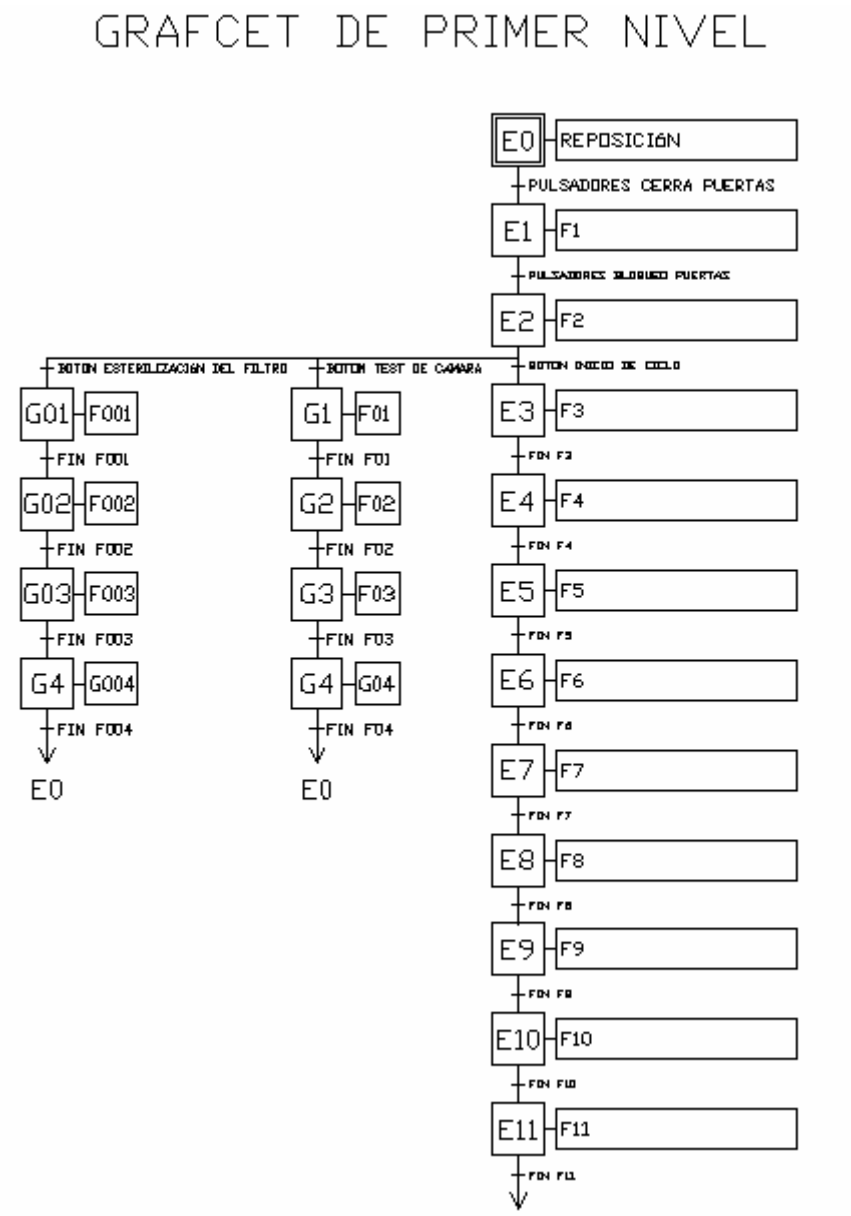
Para la programación del PLC se ha utilizado el programa STEP 7 MicoWin de SIEMENS. El motivo de esta elección es este software es del mismo fabricante que el PLC y por lo tanto el software y el PLC no tendrán ningún problema de comunicación y de compatibilidad.
El STEP 7 MicoWin permite la programación en lenguaje KOP (diagrama de contactos), AWL y FUP. Para programar la aplicación se ha utilizado el lenguaje KOP, por ser la manera mas sencilla para lleva a cabo la aplicación, ya que es un lenguaje que mas se parece a un diseño eléctrico normal.

8.3 El Programa de Control

Para confección el programa se ha diseñado una serie de GRAFCETs. Estos GRAFCETs son la base del diseño ya que las acciones que aparecen en el GRAFCET luego son copiadas al programa de control en lenguaje KOP.
El programa realizado para la aplicación está en el Anexo IV.

8.3.1 GRAFCET de primer nivel

Este primer GRAFCET refleja las diferentes etapas por la que pasa la máquina en un ciclo de trabajo ya sea de esterilización o mantenimiento. A continuación aparece el GRAFCET de primer nivel y posteriormente la explicación de cada etapa. El GRAFCET también esta adjunto en el Anexo IV en un tamaño mayor.



8.3.2 Descripción del GRFCET de Primer Nivel

- E0: corresponde a la etapa inicial. En esta etapa la máquina está en reposo y esperando ordenes para empezar a funcionar.
- E1: corresponde a la fase 1, “Cerrar puertas”. En esta fase se cierran las puertas. Para activar la fase hay que apretar el botón de cerrar puertas. El programa está hecho de manera que la última puerta en cerrarse debe estar especificada en la receta de esterilización. Si no se cumple esta condición el ciclo no podrá iniciarse.
- E2: corresponde a la fase 2, “Bloqueo puertas”. En esta fase una vez cerradas las puertas se bloquean. Para activar esta fase los detectores de puertas cerradas tienen que estar activados.
- E3: corresponde a la fase 3, “Transfiriendo parámetros”. En esta fase el PLC lee la receta de esterilización. Para activar esta fase hay que apretar el botón de inicio de ciclo. Las puertas se mantienen cerradas y bloqueadas hasta el final del proceso.
- E4: corresponde a la fase 4, “Aire a las juntas”. En esta fase se llenan las juntas de aire para deja la cámara de esterilización totalmente sellada. Para activar esta fase es necesario que haya terminado la fase 3.
- E5: corresponde a la fase 5, “Prevacío dinámico”. En esta fase se realiza un vacío a cámara hasta llegar a la presión seleccionada por el usuario. Una vez alcanzado la presión deseada se inyecta vapor en la cámara a la vez que se activa la bomba de vacío durante el tiempo seleccionado por el usuario. Para activar esta fase es necesario que haya terminado la fase 4.
- E6: corresponde a la fase 6, “Pulsos de vacío y pulsos de presión”. En esta fase se realizan un serie de vacíos a la cámara hasta llegar a la presión deseada seguido de una inyección de vapor hasta alcanzar la presión deseada. El número de pulsos hay que introducirlo en la receta de esterilización. para activar esta fase es necesario que haya terminado la fase 5.
- E7: corresponde a la fase 7, “Calentamiento”. En esta fase se inyecta vapor en cámara y en recámara. La temperatura en recámara se mantendrá durante todo el

- ciclo a 1ºC menos que la temperatura de cámara. La cámara se irá calentando hasta la temperatura deseada. Una vez llegado a esta temperatura se pasara a la siguiente fase. Para activar esta fase es necesario que hay terminado la fase 6.
- E8: corresponde a la fase 8, “Esterilización”. Durante el ciclo de esterilización se mantiene la presión y temperatura de la cámara lo mas próximo posible a los parámetros introducidos en la receta durante el tiempo seleccionado para el proceso de esterilización. para activar esta fase es necesario que haya terminado la fase 7.
- E9: corresponde a la fase 9, “Secado”. En esta fase se realiza una descompresión de la cámara realizando un vacío hasta llegar a la presión deseada. Una vez llegado a esta presión empieza a contar el tiempo de secado. Durante el tiempo de secado la recámara se mantiene caliente para ayudar al secado del producto. Para activar esta fase es necesario que haya terminado la fase 8.
- E10: corresponde a la fase 10 “Enfriamiento”. Durante el enfriamiento se realiza vacío a la cámara sin dejar que la presión baje de la presión atmosférica inyectando aire estéril si es necesario. A la vez se descomprime la recámara para evitar el calentamiento del producto. La fase finaliza cuando se alcanza la temperatura deseada. Para activar esta fase es necesario que haya concluido la fase 9.
- E11: corresponde a la fase 11 “Fin de ciclo”. En esta fase la autoclave se regula a presión atmosférica para poder abrir las puertas. Una vez la autoclave está durante un minuto a presión atmosférica el ciclo acabará y dará permiso para abrir la puerta que corresponda. Una vez abierta la puerta la autoclave está preparada para realizar otro ciclo.

8.3.2.1 Descripción del GRFCET Ciclo Test de Cámara

- G1: corresponde a la fase 01 “Aire a las juntas”: En esta fase se inyecta aire en las juntas para sellar la cámara. Para activar esta fase es necesario activar el botón “Test de cámara”.
- G2: corresponde a la fase 02 “Preparación del Test de vacío”. Durante esta fase se realiza un vacío a la cámara hasta llegar a los 70mBar absolutos. En este momento se cierra la válvula y se para la bomba. Para activar esta fase es necesario que haya terminado la fase 01.
- G3: corresponde a la fase 03 “Estabilización”. Se deja que se estabilice la presión en la cámara durante 5 minutos. Pasado este tiempo se toma la presión de cámara y será la presión que marque la presión de inicio de Test. Para activar esta fase es necesario que haya finalizado la fase 02.
- G4: corresponde a la fase 03 “Tiempo de Test”. En esta etapa comienza a contar el tiempo de Test de 10 minutos. Al término de estos diez minutos, la presión de la cámara debe ser igual a la presión de inicio de Test más 13mBar. De no cumplirse esta condición aparecerá una alarma de no estanquidad. Para habilitar esta fase es necesario que haya finalizado la fase 03. Al terminar esta fase la máquina queda en reposo a la espera de nuevas ordenes.

8.3.2.2 Descripción del GRFCET Ciclo de Esterilización del Filtro

- G01: corresponde a la fase 001 “Aire a las juntas”. Durante esta fase se inyecta aire en las juntas para sellar la cámara. Para activar esta fase es necesario activar el botón “Esterilización del filtro”.
- G02: corresponde a la fase 002 “Calentamiento”. Durante esta fase se realizan una serie de pulsos de vapor y purga hasta que la temperatura de la carcasa del filtro llega a los 121ºC. Cuando la temperatura de la carcasa alcanza los 121ºC se pasa a la siguiente fase. Para habilitar esta fase es necesario que haya finalizado la fase 001.

- G03: corresponde a la fase 003 “Esterilización”. Durante esta fase se va regulando la temperatura y la presión máxima para mantenerlos lo más próximo a la los valores de presión y temperatura deseados. El tiempo de esterilización es de 15 minutos, pasado este tiempo se pasa a la siguiente fase. Para habilitar esta fase es necesario que haya finalizado la fase 002.
- G04: corresponde a la fase 004 “Enfriamiento”. Durante esta fase se inyecta aire al filtro dejando abierta la válvula de purga del filtro para favorecer la circulación del aire. Cuando la temperatura llega a los 50ºC se acaba la fase de enfriamiento. Al terminar esta fase la máquina queda en reposo a la espera de nuevas ordenes.

8.3.5 GRFCETS de Segundo Nivel

Aunque el GRFCET de primer nivel indica todas las etapas del ciclo, este no aporta suficiente información como para poder plasmarlo directamente en el programa. Para facilitar la programación y reflejar de manera gráfica todo lo pasos de la programación se han diseñado una serie de GRAFCETs de segundo nivel. En estos GRAFCETS reflejan todos los elementos que se activan en cada etapa así como las condiciones de transición entre etapa y etapa. A cada etapa reflejada en el GRFCET de primer nivel le corresponde un gráfico de segundo nivel menos la etapa 3 que no precisa un GRFCET de segundo nivel.
Todos los GRFCETS están ordenados en orden cronológico en el Anexo IV.

9. LA INTERFICIE DE USUARIO

Para la comunicación entre la persona que hará servir la máquina y esta se ha diseñado un SCADA. Este SCADA ha sido diseñado de manera que refleje todos los elementos de la máquina gobernados desde el PLC. En este apartado se va a describir los criterios seguidos para el diseño del SCADA

9.1 El Software del SCADA

Como software de SCADA para realizar la aplicación se ha escogido InTouch de la marca Wanderware. La elección de este software en concreto es por que aunque no sea un software de la misma marca que el PLC y la comunicación no es directa, este era el único software que podía disponer con licencia y que me permitiera la aplicación.
Este software permite el diseño de SCADA y pantallas táctiles. En el diseño se han introducido pantallas táctiles para así tener mas espacio en la pantalla principal cuando la aplicación esta en marcha.

9.2 Las Pantallas Táctiles

En este apartado se van a describir en orden cronológico las pantallas táctiles así como la explicación de cada una de ellas.
Estas pantallas están diseñadas espacialmente para permitir una demostración con el PLC en la presentación del proyecto, por tanto este SCADA no es el que iría en una máquina comercializada.

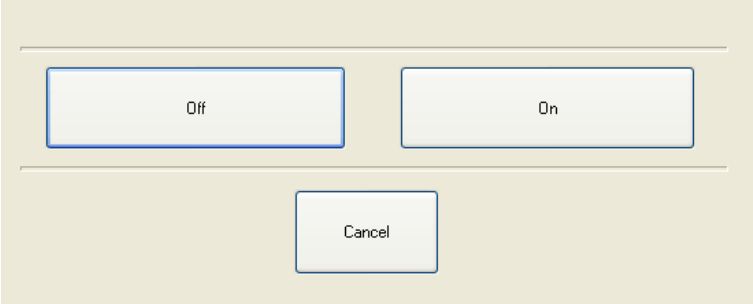
9.2.1 Pantalla de Bienvenida

Esta pantalla es simplemente una pantalla de introducción a la aplicación. En esta pantalla solo hay un botón START, que representa el comienzo de la aplicación. Al pulsarlo se pasa a la siguiente pantalla que ya es la primera fase de la aplicación.

9.2.2 Pantalla de Carga y Descarga

En esta pantalla el usuario debe escoger la puerta de carga y descarga que quiera usar para el ciclo. Al pulsar una de las opciones aparecerá otra pantalla para confirmar la selección. Al realizar la selección el botón de selección cambia de color. El concepto de puerta de carga viene explicado en el pliego de condiciones.

Pantalla principal de selección

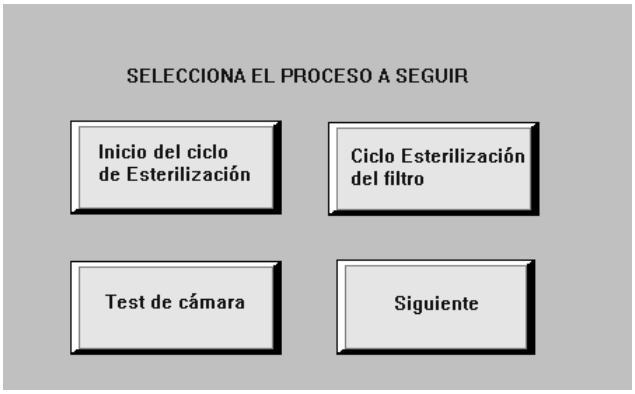


Pantalla de confirmación de selección

Opción seleccionada

9.2.3 Pantalla Selección de Ciclo

En esta pantalla el usuario elige el tipo de ciclo que quiere inicializar. El usuario debe escoger entre el ciclo de esterilización o uno de los ciclos de mantenimiento. Al seleccionar uno de los procesos el botón cambiará de color. Para pasar a la siguiente pantalla se bebe pulsar la tecla “seguir”.



9.2.4 Pantalla de Receta

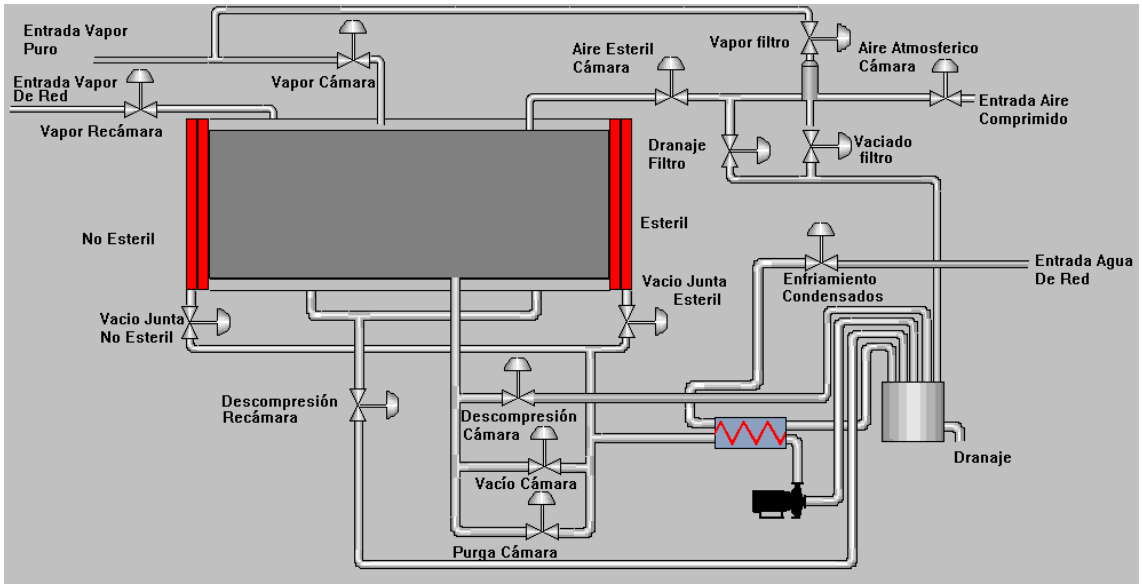
En esta pantalla aparece la receta de esterilización. El usuario debe introducir los parámetros requeridos por la máquina para poder llevar a cabo el ciclo. Cada parámetro de la receta tiene su propio display, al clicar el botón de la izquierda del display, el usuario podrá introducir los datos.

Una vez introducidos los datos se pulsa el botón de Pantalla Principal para pasar a la siguiente fase. Una vez el usuario haya pasado a la siguiente fase no podrá cambiar los datos de la receta hasta que haya finalizado el ciclo, entonces se podrá empezar de nuevo todo el proceso. Los datos que se introducen en la receta quedan grabados de manera que no hace falta introducirlos de nuevo en cada ciclo.

9.2.5 La Pantalla Principal

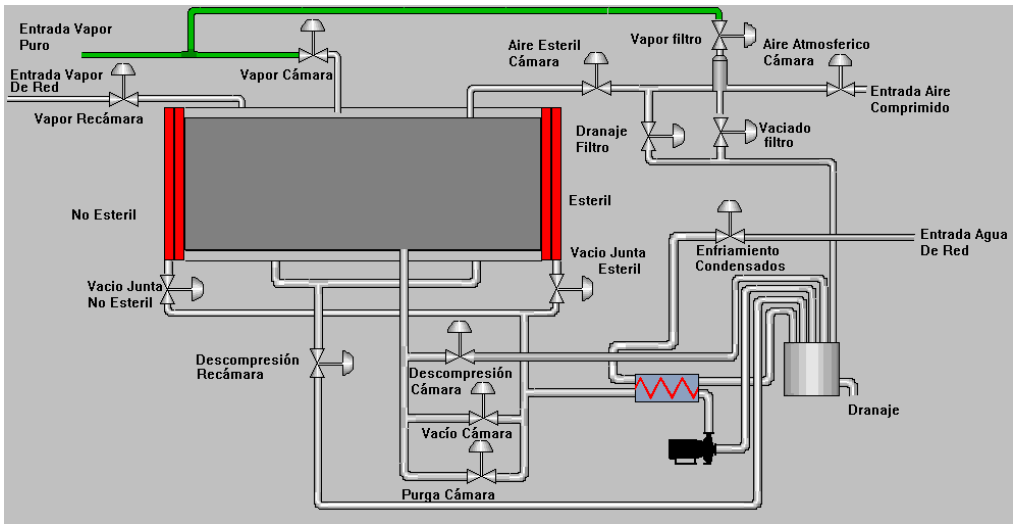
En esta pantalla aparecen todos representados los mecanismos que son controlados por el PLC. La pantalla principal esta dividida en varias secciones. El dibujo grande de la máquina con las tuberías y las válvulas sería el SCADA en una versión comercial de la máquina, las otras partes del SCADA corresponden a los elementos requeridos para la simulación de la aplicación.
A continuación se va a proceder a una explicación por orden cronológico de las diferentes partes que componen la pantalla principal.

9.2.5.1 Pantalla Principal – La Máquina



Esta pantalla se una copia del plano principal de la máquina PI&D que está en el anexo y que ya se ha nombrado anteriormente en este proyecto. Aquí salen representadas todas

las válvulas, tuberías, filtros, depósitos y el motor utilizado en la aplicación. Cada uno de los elementos del dibujo cambia de estado si el SCADA detecta un cambio de estado en el PLC.



En la foto de arriba se ve como cambia el color de la tubería de vapor puro al detectar el PLC que la presión en el presostato de vapor puro es la adecuada. Las franjas rojas en los extremos de la máquina representa la puerta y las juntas al cerrarse la puerta y llenarse de aire las juntas cambiaría el color de las franjas.

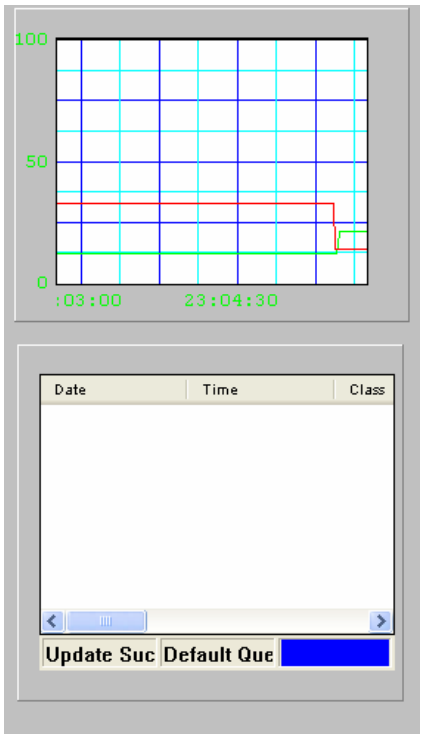
9.2.5.2 Pantalla Principal – Entradas

En esta zona de la pantalla se representan las entradas del PLC. Como no se dispone de las entradas físicamente no queda otra que simularlas por software. Esta zona se divide en 4 partes descritas a continuación por orden cronológico.

- Puertas: aquí se simulan todas las señales de los detectores que intervienen en las maniobras de las puertas.

- Suministros: aquí vienen todas las señales que verifican los suministros que necesita la máquina para su correcto funcionamiento.
- Detectores: esta parte representa los detectores que están encima de las válvulas y que verifican que estas funcionen correctamente.
- Potenciómetros: estos potenciómetros representan las entradas analógicas llegan al PLC.

9.2.5.3 El Registrador y Display de Alarmas



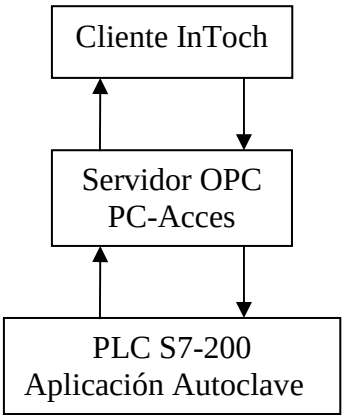
El registrados es el encargado de registrar la señales de las sondas analógicas y el display de alarmas de registrar y mostrar al operario las alarmas que se vayan produciendo durante el ciclo en funcionamiento.

9.3 Comunicación SCADA – PLC

Si este fuera un caso real la el PLC se comunicaría con el PC a través de un cable PPI conectado al puerto serie del PLC y al puerto serie del PC o pantalla táctil instalada en la máquina. Para este caso de simulación se utiliza una cable PPI/USB que va conectado entre el puerto cero del PLC y uno de los puertos USB del ordenador. También existe la posibilidad de comunicar el PLC con el ordenador a través de un puerto Ethernet, pero eso implica la implementación de un módulo adicional que encarece el precio final del producto y no es necesario si todos los datos que necesita el PLC para su funcionamiento se alojan el él, come es este caso concreto.

La comunicación PLC/PC no se produce de forma directa, hace falta la utilización de una plataforma OPC para poder vincular los datos del programa del PLC con los tags creados en la aplicación SCADA.

El programa elegido para hacer de plataforma OPC es el programa PC-Acces de la marca SIEMENS. La elección de este programa es que es un software que se puede obtener durante un tiempo en modo demo pero a trabajar con el a pleno rendimiento. Este programa nos permitirá realizar la conexión entre el PC y el PLC.



El dibujo de arriba representa de manera esquemática como se produce la comunicación entre el PLC y la aplicación SCADA

10. CONCLUSIONES

En el primer planteamiento del proyecto mi idea personal era que la parte mas fuerte del proyecto sería la parte del control de la máquina, sin embargo a medida que he ido avanzando me daba cuenta que no sería así. La parte mas fuerte de este proyecto es el capítulo 4, que es el pliego de especificaciones.

En el capítulo 4, es donde se describe de manera exhaustiva los requerimientos que necesita la máquina para funcionar y los pasos que sigue la máquina una vez se pone en funcionamiento. A partir de este capitulo cualquier programador podría confeccionar un programa de control para la máquina.

En cuanto al programa de control, es un programa que se puede ser muy flexible ya que se pueden prescindir de elementos que intervienen en este proyecto y obtener una Autoclave que cumpla con los objetivos de esterilización, así como incorporar elementos que no intervienen en este proyecto y su inclusión sería una mejora. No obstante sin los conocimientos del pliego de especificaciones la confección de los capítulos siguiente sería imposible.

A nivel personal después de haber realizado el proyecto es de satisfacción, satisfacción por que arrancando desde prácticamente de cero en todos los aspectos que se incluyen en este proyecto he podido realizar el proyecto prácticamente por mis propios medios, teniendo como principales fuentes de información manuales, catálogos y foros de discusión de la red.

Primero de todo tuve que investigar como funciona la máquina y los principios físicos de la esterilización, cosa que no me fue fácil ya que la documentación encontrada han sido escasos.

Una vez aprendidos los principios de funcionamiento, los requisitos y el ciclo de trabajo, se ha pasado al diseño del programa de control y el diseño del SCADA, esta es la parte que personalmente me hacía más ilusión del proyecto. En este campo al empezar a trabajar estaba como se dice vulgarmente “totalmente verde” ya que no tenía casi ninguna experiencia programando PLCs y desconocía totalmente el programa con el que al final iba a diseñar el SCADA.

Ha sido un trabajo duro, pero para mi altamente gratificante y espero que sea una ayuda para un futuro próximo.

11. PRESUPUESTO

En este capitulo se va a detallar un presupuesto para la construcción de la máquina. Dado que en la construcción de la máquina intervienen partes mecánicas y elementos que no están tratados en este proyecto, en el presente presupuesto solo se va a describir aquellos elementos que intervienen directamente en el contenido del proyecto y han sido nombrados en el mismo.

El presupuesto consta de dos partes por un lado se presupuesta la parte de la ingeniería que interviene en el proyecto y por otra parte se presupuesta el material para la construcción de la misma.

Presupuesto de la parte de Ingeniería

Concepto	Nº de Horas	Precio Hora	Precio Total
Ingeniería Eléctrica	**23**	**60**	**1380**
Ingeniería Neumática	**13**	**60**	**780**
Ingeniería de Control, Diseño del Programa de Control	**42**	**60**	**2520**
Ingeriría de Control, Diseño del SCADA	**37**	**60**	**2220**
		Total	6900

12. BIBLOGRAFÍA

- Manual de usuario - SteriMega Telstar Celester
- OPERATION OF THE AUTOCLAVES - Howard Judelson
- Todo lo que quisiste saber sobre esterilización – Luis Boya Soler
- Manual de Usuario S7-200 – SIEMENS
- Manual de usuario InTouch – Wonderware
- Normativa europea de esterilización

ANEXOS

Índice Anexos

Página

Anexo I Esquemas Generales…….3

LAYOUT

P&ID

Anexo II Esquemas Eléctricos…….….….5

Potencia

Auxiliar de Potencia

Entradas Digitales 1

Entradas Digitales 2

Entradas/Salidas Analógicas

Salidas Digitales 1

Salidas Digitales 2

Salidas Digitales 3

Cuadro Eléctrico

Anexo III Esquemas Neumáticos…….……..7

Esquema Neumático

Anexo IV Control……..……9

GRAFCET de Primer Nivel

GRAFCET de Segundo Nivel Etapa 1

GRAFCET de Segundo Nivel Etapa 2

GRAFCET de Segundo Nivel Etapa 4

GRAFCET de Segundo Nivel Etapa 5

GRAFCET de Segundo Nivel Etapa 6

GRAFCET de Segundo Nivel Etapa 7

GRAFCET de Segundo Nivel Etapa 8

GRAFCET de Segundo Nivel Etapa 9

GRAFCET de Segundo Nivel Etapa 10

GRAFCET de Segundo Nivel Etapa 11

GRAFCET de Segundo Nivel Test de Cámara

GRAFCET de Segundo Nivel Esterilización del Filtro

Tabla de Entradas y Salidas

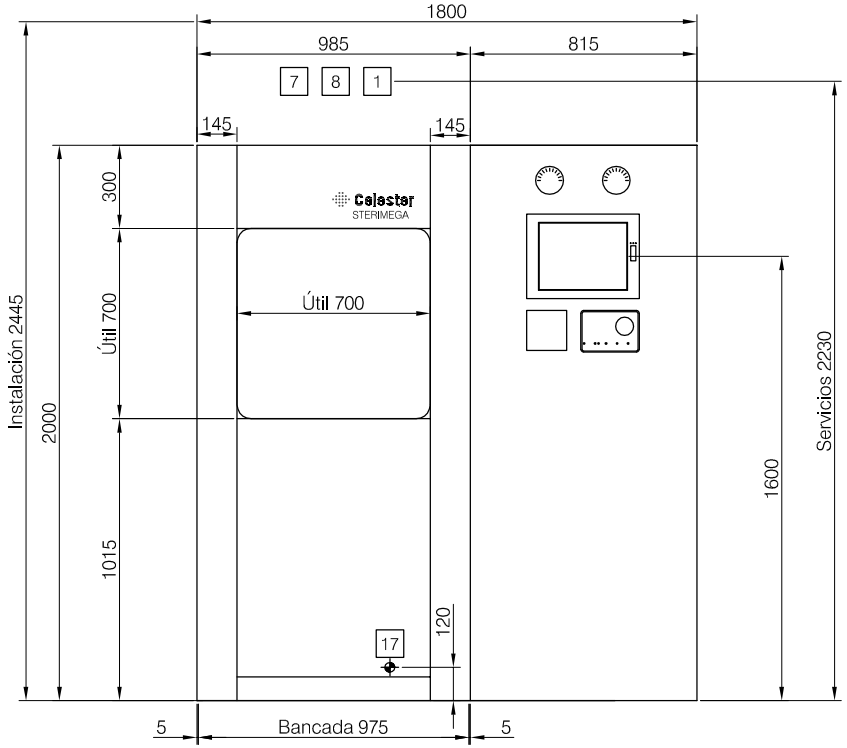
Programa de Control

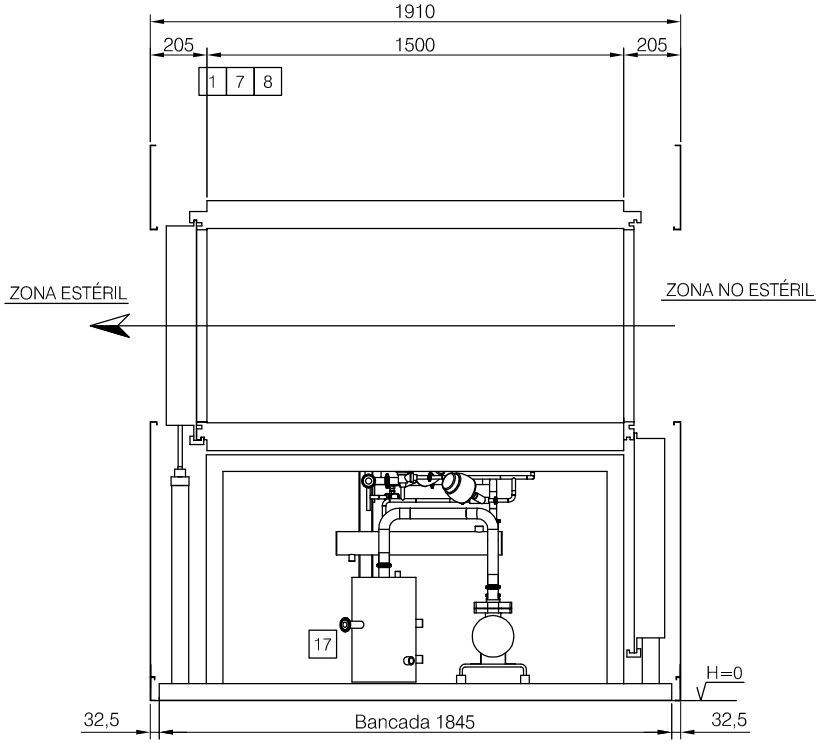
Anexo V Presupuesto…….……..11

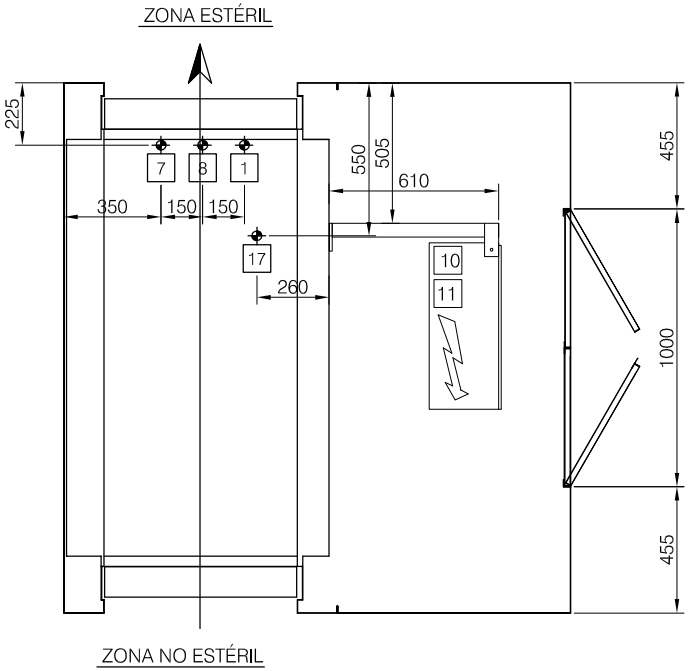
Presupuesto del Material

ANEXO I

Esquemas Generales







Peso autoclave: 1800 kg.

Nº	DESCRIPCIÓN / DESCRIPTION	CONEXION	PRESION	CAUDAL	CONSUMO
17	DRENAJE	TC 2"	--	--	--
15	TOMA DE MUESTRA	TC ½"	--	--	--
13	CONTROL DE FILTRO	TC ½"	--	--	--
12	ABERTURA ATMOSFERA	ø1"	--	--	--
11	AIRE COMPRIMIDO	TC 1"	6 bar	17 m³N/h	1 m³N
10	ELECTRICIDAD	220/380 V	III+n+t	50 Hz	3 kW
8	VAPOR PURO	TC ½"	3 bar	102 Kg/h	34 Kg
7	VAPOR DE RED	TC ½"	3 bar	21 Kg/h	5 Kg
1	AGUA DE RED	R ¾"	3 bar	30 l/min	300 l/h

Nº / Nº	REVISION / REVISION	DIBUJADO / DRAWN BY	FECHA / DATE
C	Acotacion del drenaje (As built)	X.T.B.	13.12.05
B	Modificación de la posición de los servicios. Añadir el drenaje	E.Vila	05.12.05
A	Modificar las medidas del carenado	X.T.B.	24.11.05

TITULO / TITLE: LAYOUT

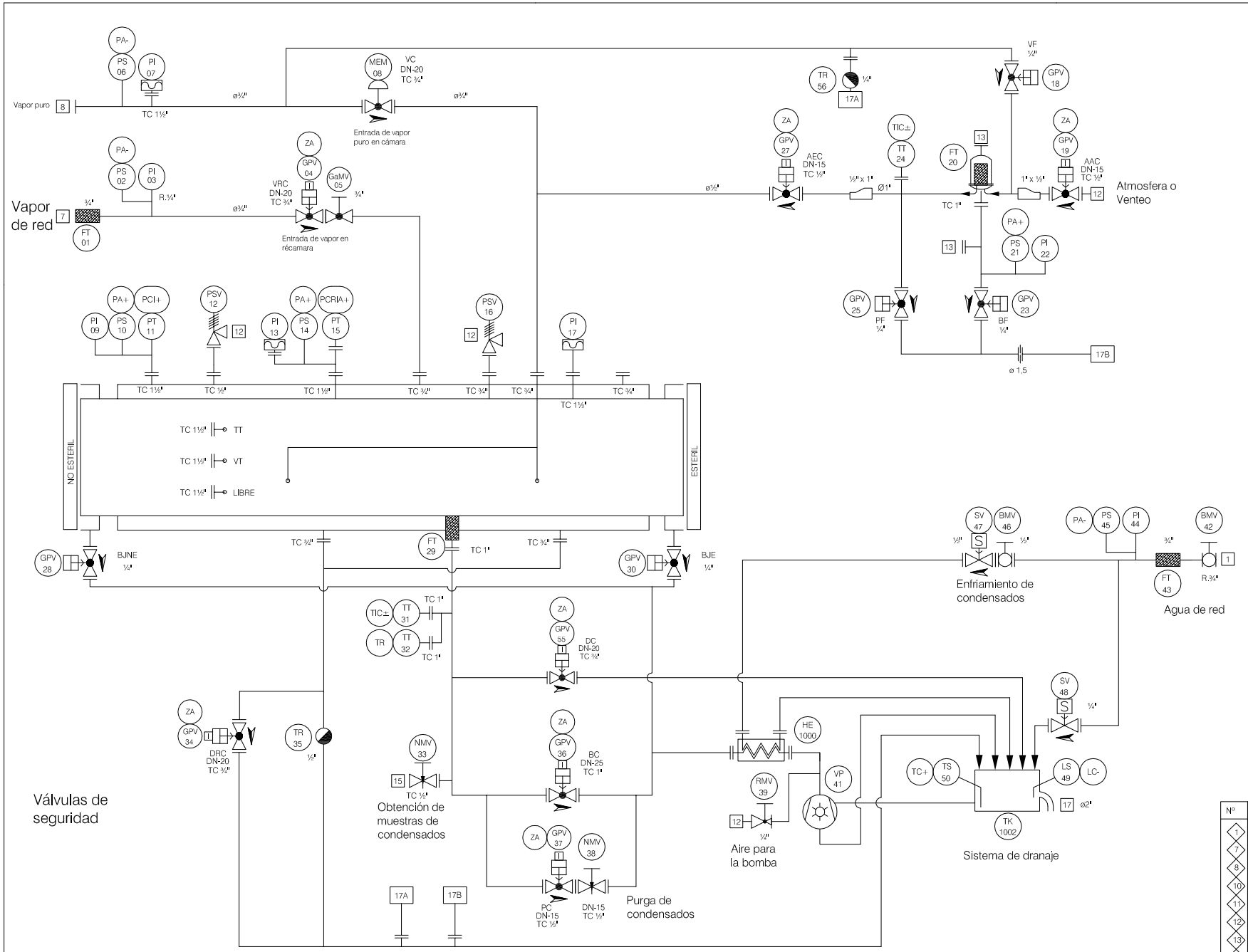
PROYECTO / PROJECT: STERIMEGA SM 750

CLIENTE / CLIENT:

DIBUJO Nº / DRAWING Nº: 300596900-C

ESCALAS / SCALES	DIBUJADO POR / DRAWN BY	APROBADO / APROVED BY	CONSTRUIDO / AS BUILT	CODIGO / CODE
1:20				-
	FECHA / DATE	FECHA / DATE	FECHA / DATE	SUSTITUYE A / REPLACE
				-

Celester
A TELSTAR COMPANY



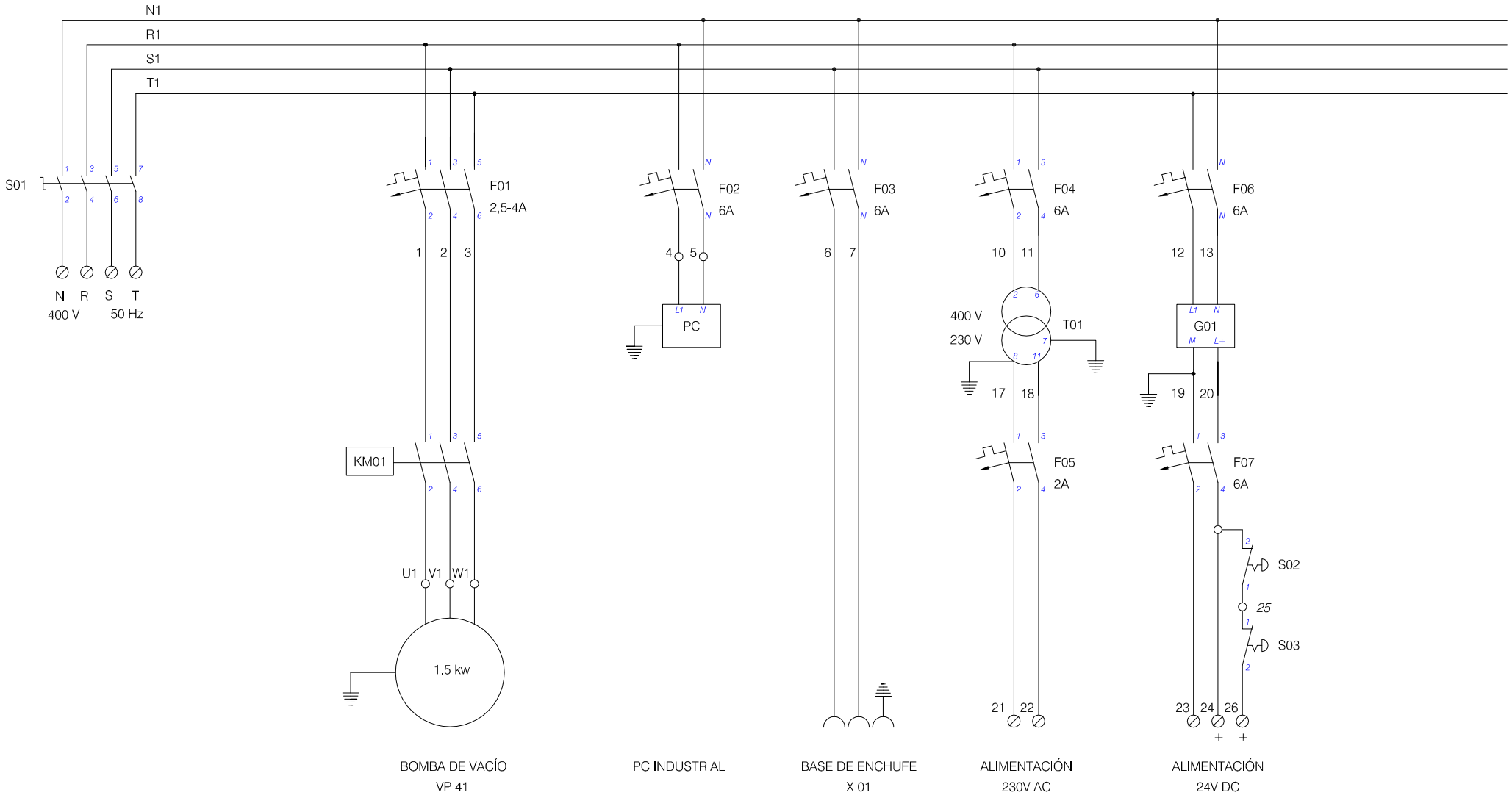
	BMV	Válvula Manual de Bola Ball Manual Valve Valve Manuelle de Boule
	DMV	Válvula Manual de Diafragma Diaphragm Manual Valve Valve Manuelle de Diaphragme
	NMV	Válvula Manual de Aguja Needle Manual Valve Valve Manuelle de Aiguille
	BFMV	Válvula Manual de Mariposa ButterFly Manual Valve Valve Manuelle de Papillon
	BPV	Válvula Neumática de Bola Ball Pneumatic Valve Valve Pneumatique de Boule
	DPV	Válvula Neumática de Diafragma Diaphragm Pneumatic Valve Valve Pneumatique de Diaphragme
	GPV	Válvula Neumática de Globo Globe Pneumatic Valve Valve Pneumatique de Globe
	GPV+EPI	Válvula Neumática de Globo con Indicador de Posición Electrónico Globe Pneumatic Valve with Electrical Position Indicator Valve Pneumatique de Globe avec Indicateur de position
	GPV+SR	Válvula Neumática de Globo con Limitador de carrera Globe Pneumatic Valve with Stroke Restrictor Valve Pneumatique de Glove avec Limitateur d'oberture
	GPV+P	Válvula Neumática de Globo con Posicionador Proporcional Globe Pneumatic Valve with Proportional Positioner Valve Pneumatique de Globe avec Positioneur Proportionelle
	BFPV	Válvula Neumática de Mariposa ButterFly Pneumatic Valve Valve Pneumatique de Papillon
	3WPV	Válvula de tres Vías Neumática Three Ways Pneumatic Valve Valve Pneumatique de trois Voies
	SV	Válvula Solenoide Solenoid Valve Valve Solenoïde
	CV	Válvula de Retención Check Valve Valve de Rétention
	RH	Aforo Restriction hole Trou de restriction
	PSV	Válvula de Seguridad Pressure Safety Valve Soupape de Sûreté
	IBS	Sello Biológico para Instrumentos Instrument Bio Seal Sceau separateur pour Instruments
	F	Filtro Filter Filtre
	F+H	Filtro con Carcasa Filter with Housing Filtre avec Logement
	TR	Purgador Trap Purgeur
	CP	Bomba Centrífuga Centrifugal Pump Pompe Centrifugue
	VP	Bomba de Vacío Vacuum Pump Pompe a vide
	PV	Válvula de accionamiento neumático Pneumatic operation Valve Valve de opération Pneumatique
	CCV	Válvula de aireación con regulación manual Cavitation Check Valve Vanne de Régulation de Cavitation

Nº	Denominacion	Conexión	Presión	Caudal	Consumo
1	Agua de red	R. ¾"	4 bar	7 l/m	143 l
7	Vapor de red	TC ¾"	3 bar	30 kg/h	7 kg
8	Vapor puro	TC ¾"	3 bar	149 kg/h	50 kg
10	Electricidad	220/380 V	III+n+t	50 Hz	3 kW
11	Aire comprimido	R. ¼"	6 bar	12 m³N/h	1 m³N
12	Atmosfera o venteo	---	---	---	---
13	Test del filtro	TC 1"	---	---	---
15	Toma de muestras	TC ½"	---	---	---
17	Drenage	2"	---	---	---

				TITULO / TITLE: P&ID			
				PROYECTO / PROJECT: SteriMega 750			
				CLIENTE / CLIENT:			
				DIBUJO Nº / DRAWING Nº: 300596			
Nº	REVISION / REVISION	DIBUJADO / DRAWN BY	FECHA / DATE	ESCALAS / SCALES	DIBUJADO POR / DRAWN BY	APROBADO / APROVED BY	CONSTRUIDO / AS BUILT	CODIGO / CODE
								-
Celester A SILTEAM COMPANY			-	FECHA / DATE	FECHA / DATE	FECHA / DATE	SUSTITUYE A / REPLACE
								-

ANEXO II

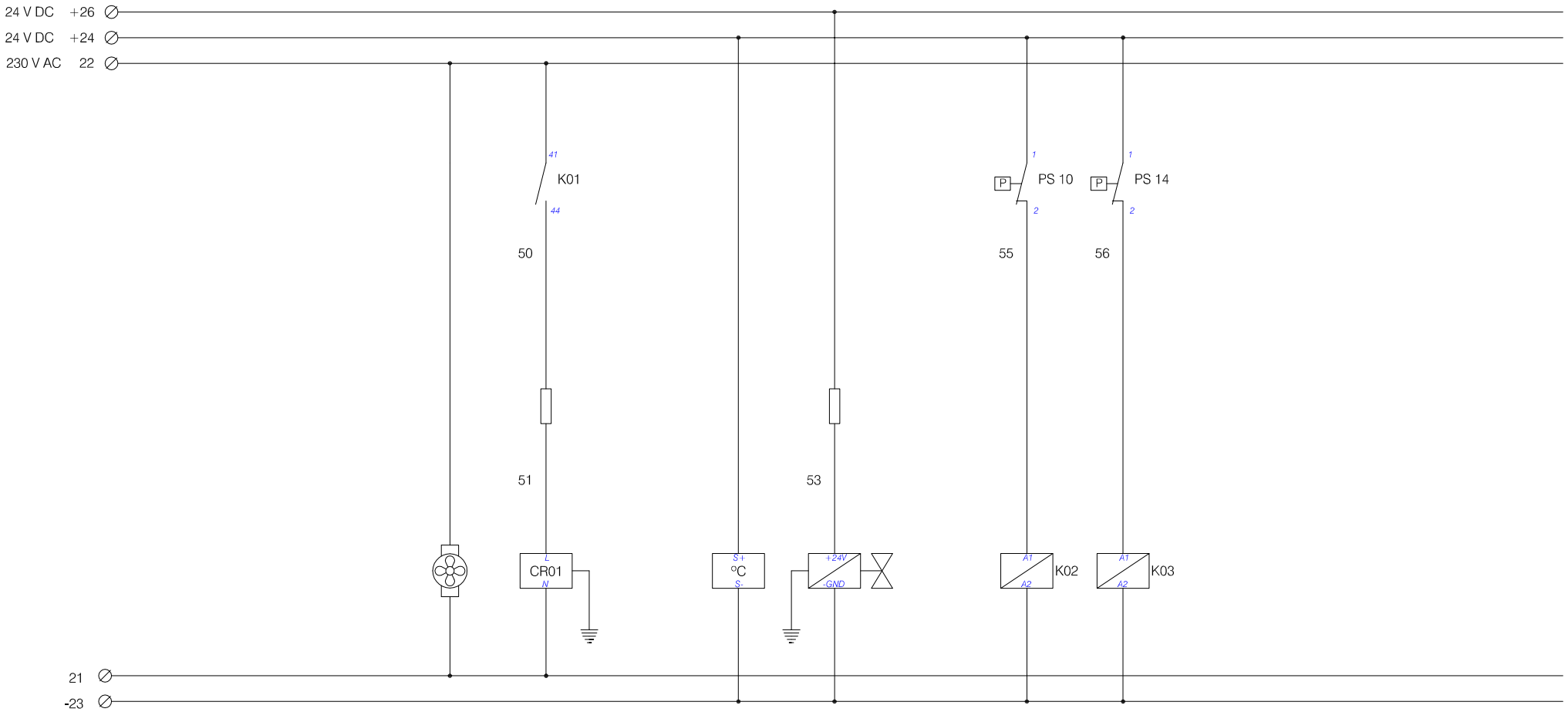
Esquemas Eléctricos



TITULO / TITLE	POTENCIA
PROYECTO / PROJECT	SM 750
CLIENTE / CLIENT	
DIBUJO Nº / DRAWING Nº	300596500

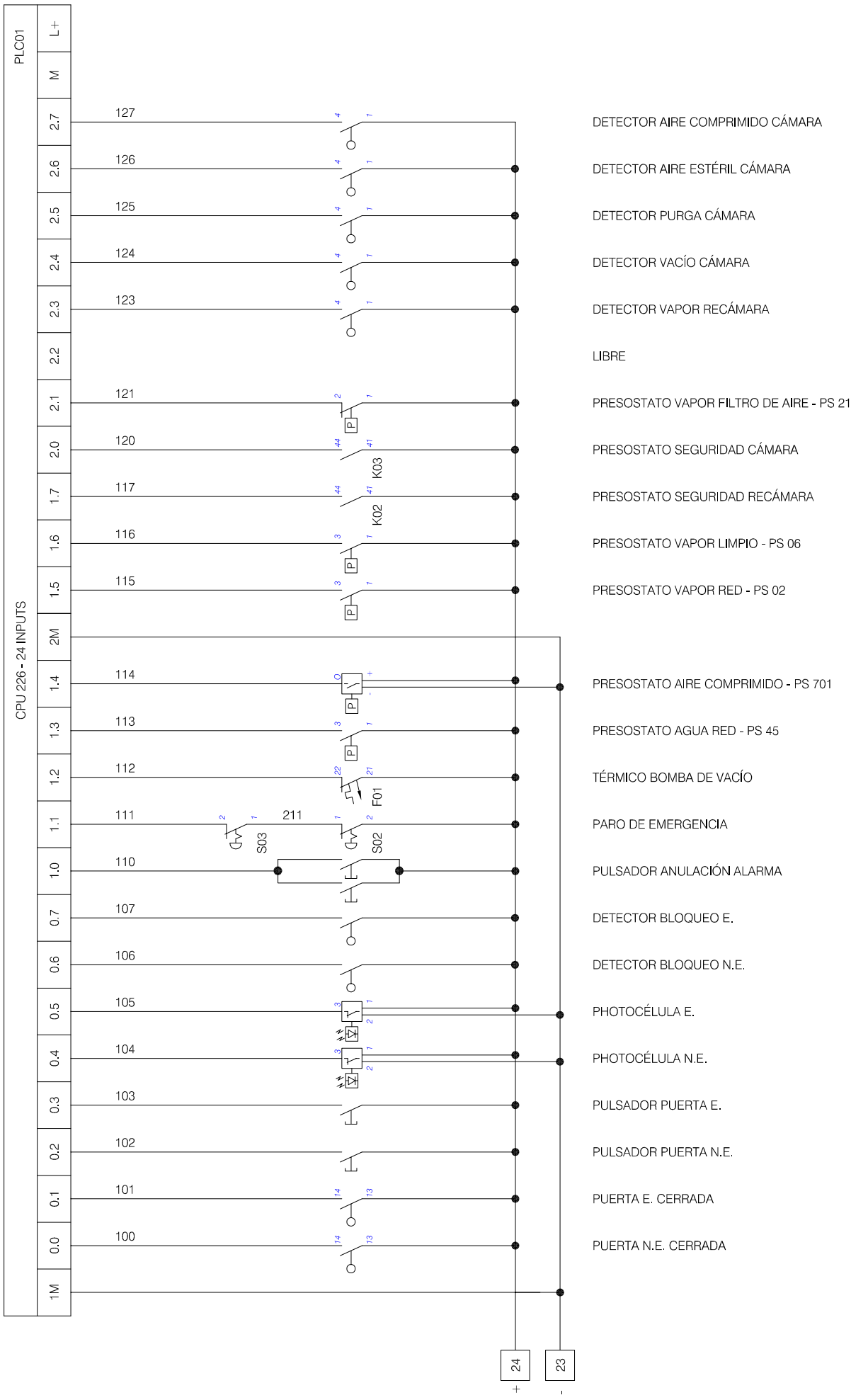
Nº / Nº	REVISION / REVISION	DIBUJADO / DRAWN BY	FECHA / DATE	ESCALAS / SCALES	DIBUJADO POR / DRAWN BY	APROBADO / APROVED BY	CONSTRUIDO / AS BUILT	CODIGO / CODE
					E.LASZEWICKI			1/8
					FECHA / DATE	FECHA / DATE	FECHA / DATE	SUSTITUYE A / REPLACE

Celester



				TITULO / TITLE	AUXILIAR DE POTENCIA			
				PROYECTO / PROJECT	SM 750			
				CLIENTE / CLIENT				
				DIBUJO Nº / DRAWING Nº	300596530			
Nº / Nº	REVISION / REVISION	DIBUJADO / DRAWN BY	FECHA / DATE	ESCALAS / SCALES	DIBUJADO POR / DRAWN BY	APROBADO / APROVED BY	CONSTRUIDO / AS BUILT	CODIGO / CODE
					E.LASZEWICKI			2/8
					FECHA / DATE	FECHA / DATE	FECHA / DATE	SUSTITUYE A / REPLACE

Celester
A STELSTAR COMPANY



TITULO / TITLE: ENTRADAS DIGITALES 1

PROYECTO / PROJECT: SM 750

CLIENTE / CLIENT:

DIBUJO Nº / DRAWING Nº: 300596560

DIBUJADO POR / DRAWN BY: E.LASZEWICKI

APROBADO / APROVED BY:

CONSTRUIDO / AS BUILT:

CODIGO / CODE: 3/8

SUSTITUYE A / REPLACE:

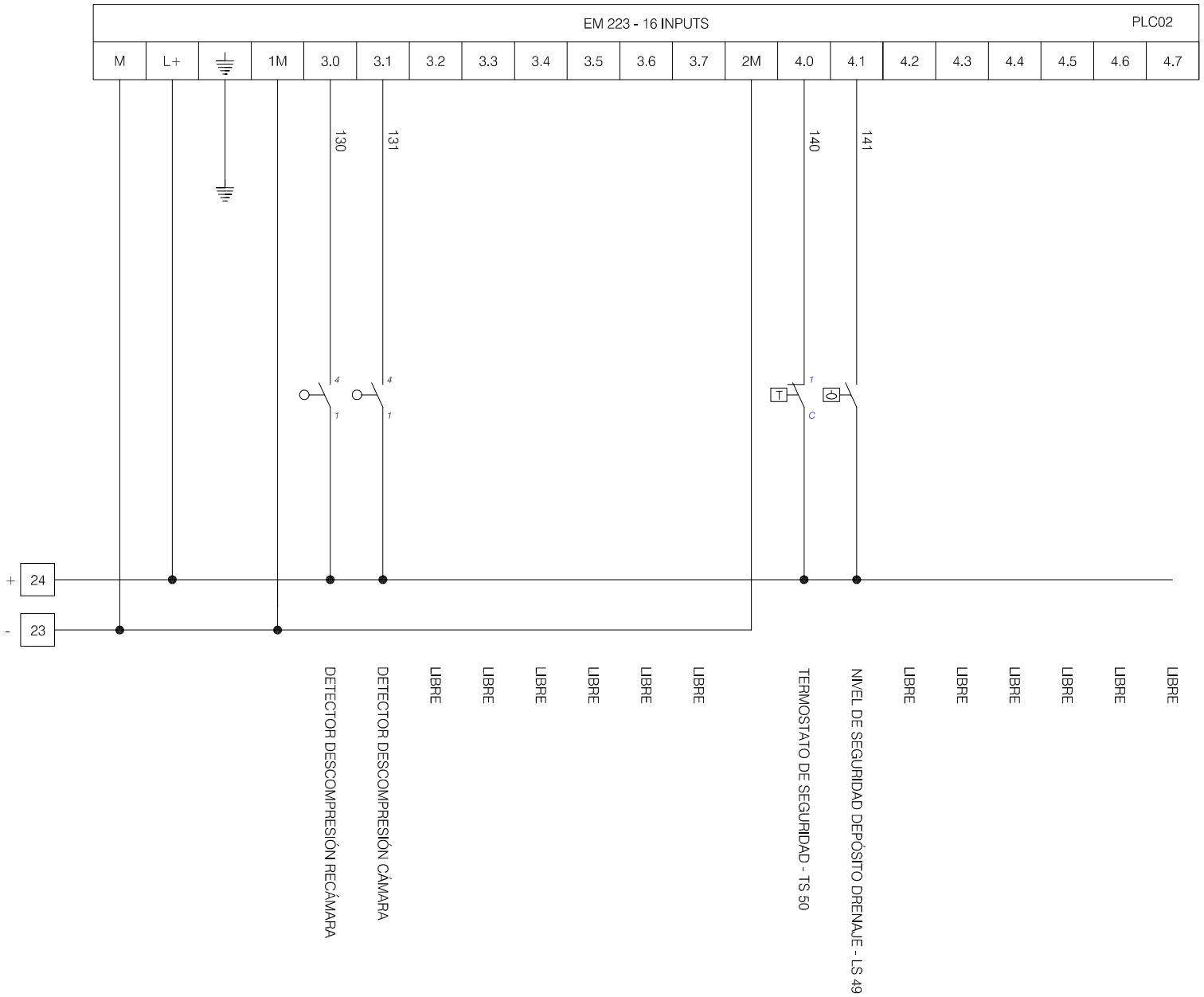
ESCALAS / SCALES:

FECHA / DATE:

REVISIÓN / REVISION:

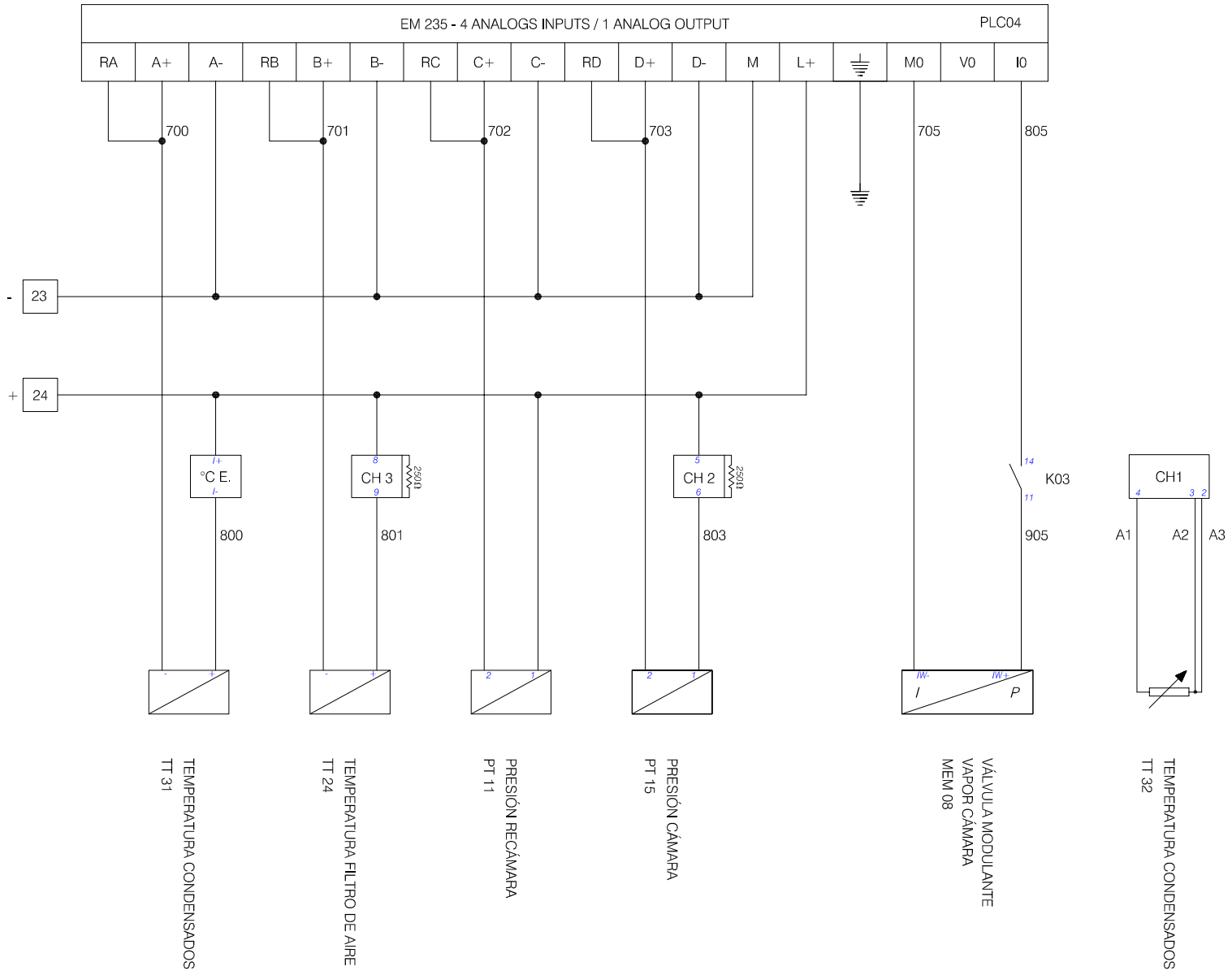
Nº / Nº:

Celester



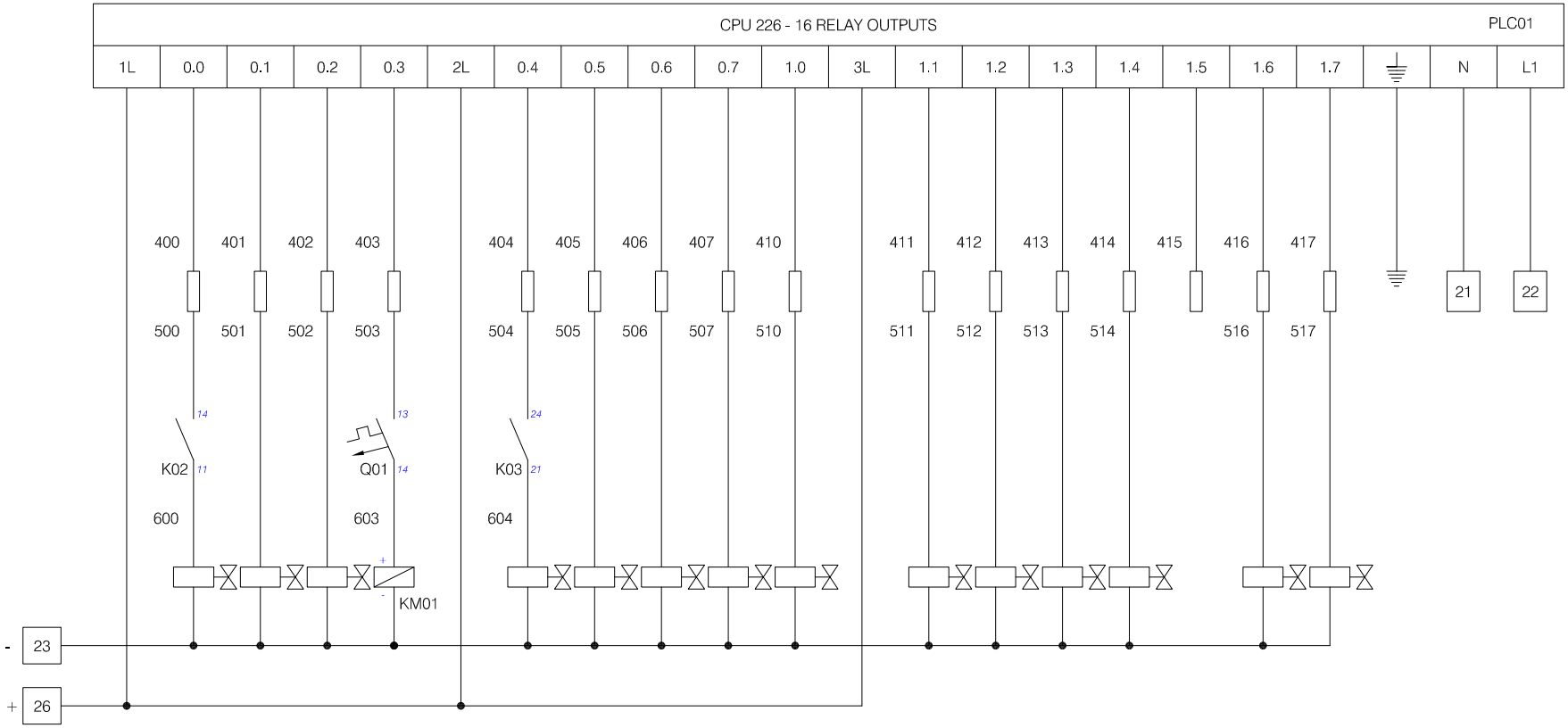
				TITULO / TITLE	ENTRADAS DIGITALES 2			
				PROYECTO / PROJECT	SM 750			
				CLIENTE / CLIENT				
				DIBUJO Nº / DRAWING Nº	300596561			
Nº / Nº	REVISION / REVISION	DIBUJADO / DRAWN BY	FECHA / DATE	ESCALAS / SCALES	DIBUJADO POR / DRAWN BY	APROBADO / APROVED BY	CONSTRUIDO / AS BUILT	CODIGO / CODE
					E.LASZEWICKI			4/8
					FECHA / DATE	FECHA / DATE	FECHA / DATE	SUSTITUYE A / REPLACE

Celester
A FLSMIDTH COMPANY



				TITULO / TITLE	ENTRADAS Y SALIDA DIGITALES			
				PROYECTO / PROJECT	SM 750			
				CLIENTE / CLIENT				
				DIBUJO Nº / DRAWING Nº	300596570			
Nº / Nº	REVISION / REVISION	DIBUJADO / DRAWN BY	FECHA / DATE	ESCALAS / SCALES	DIBUJADO POR / DRAWN BY	APROBADO / APROVED BY	CONSTRUIDO / AS BUILT	CODIGO / CODE
					E.LASZEWICKI			5/8
					FECHA / DATE	FECHA / DATE	FECHA / DATE	SUSTITUYE A / REPLACE

Celester
A TELSTAR COMPANY



VAPOR RECÁMARA - GPV 04

VACÍO CÁMARA - GPV 36

PURGA CÁMARA - GPV 37

BOMBA DE VACÍO - VP 41

AIRE ESTÉRIL CÁMARA - GPV 27

AIRE ATMOSFÉRICO CÁMARA - GPV 19

DESCOMPRESIÓN RECÁMARA - GPV 34

ABRE PUERTA N.E. - PCI 716 - PCI 717

CIERRA PUERTA N.E. - PCI 716 - PCI 717

ABRE PUERTA E. - PCI 721 - PCI 722

CIERRA PUERTA E. - PCI 721 - PCI 722

DESBLOQUEO PUERTA N.E. - PCI 725

DESBLOQUEO PUERTA E. - PCI 726

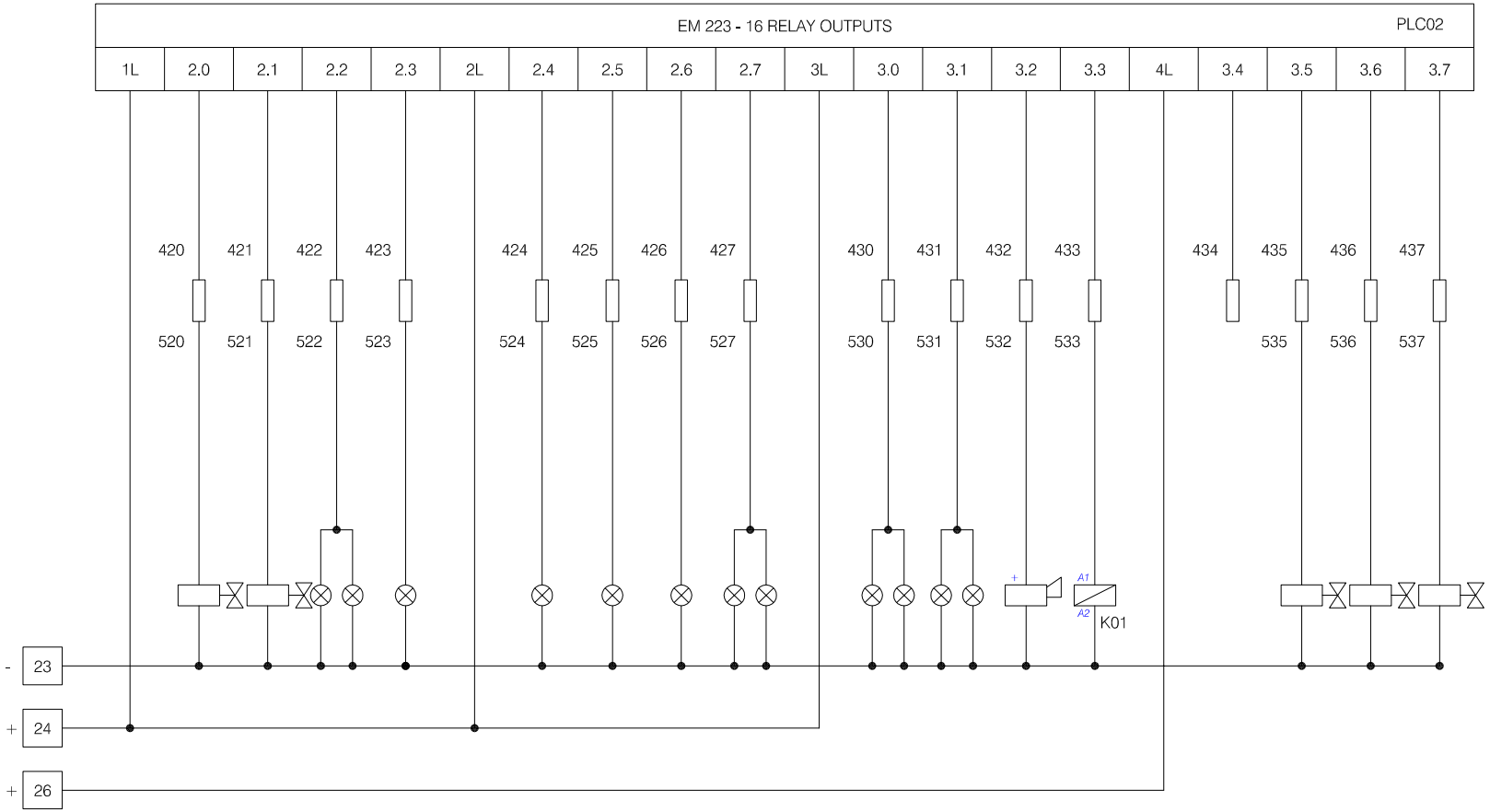
LIBRE

VACÍO JUNTA N.E. - GPV 28

VACÍO JUNTA E. - GPV 30

				TITULO / TITLE	SALIDAS DIGITALES 1			
				PROYECTO / PROJECT	SM 750			
				CLIENTE / CLIENT				
				DIBUJO Nº / DRAWING Nº	300596600			
Nº / Nº	REVISION / REVISION	DIBUJADO / DRAWN BY	FECHA / DATE	ESCALAS / SCALES	DIBUJADO POR / DRAWN BY	APROBADO / APROVED BY	CONSTRUIDO / AS BUILT	CODIGO / CODE
					E.LASZEWICKI			6/8
					FECHA / DATE	FECHA / DATE	FECHA / DATE	SUSTITUYE A / REPLACE

Celester
A TELESTAR COMPANY



AIRE JUNTA N.E. - SV 711

AIRE JUNTA E. - SV 712

LUCES CICLO EN MARCHA

LUZ ROJA N.E.

LUZ ROJA E.

LUZ VERDE N.E.

LUZ VERDE E.

LUCES FIN DE CICLO

LUCES PUERTAS BLOQUEADAS

ALARMA ÓPTICA

ALARMA ACÚSTICA

REGISTRADOR GRÁFICO - CR 01

LIBRE

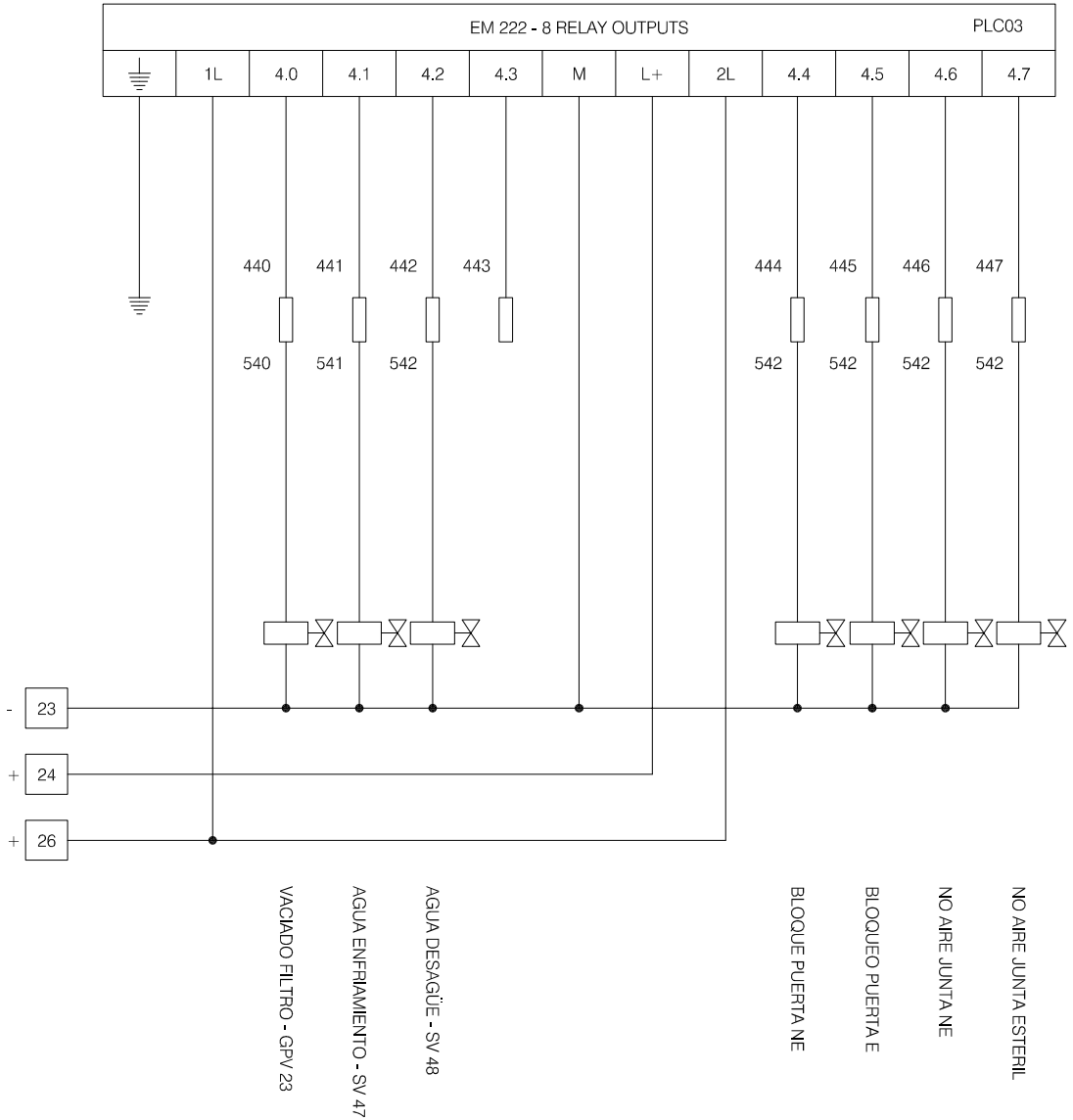
DESCOMPRESIÓN CÁMARA - GPV 55

VAPOR FILTRO - GPV 18

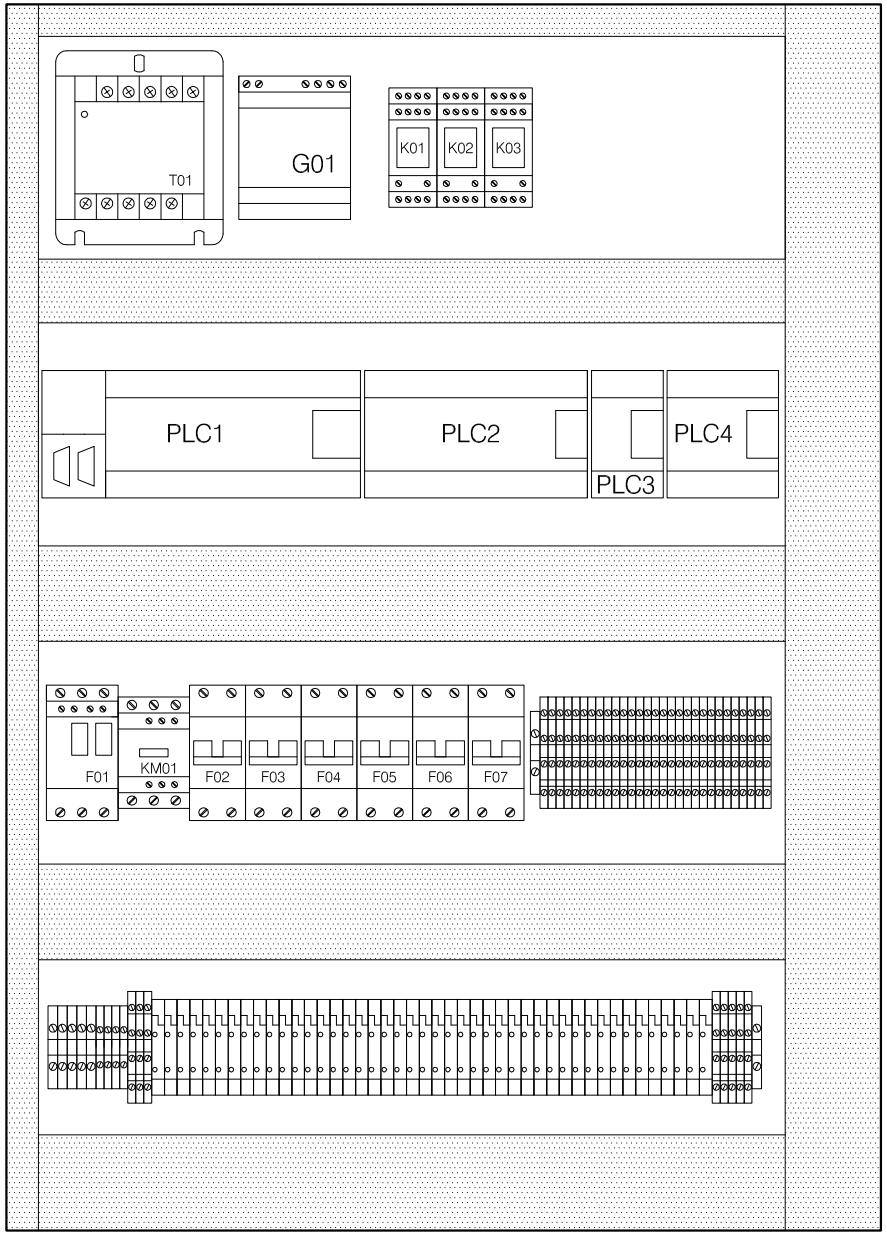
PURGA FILTRO - GPV 25

				TITULO / TITLE	SALIDAS DIGITALES 2			
				PROYECTO / PROJECT	SM 750			
				CLIENTE / CLIENT				
				DIBUJO Nº / DRAWING Nº	300596601			
Nº / Nº	REVISION / REVISION	DIBUJADO / DRAWN BY	FECHA / DATE	ESCALAS / SCALES	DIBUJADO POR / DRAWN BY	APROBADO / APROVED BY	CONSTRUIDO / AS BUILT	CODIGO / CODE
					E.LASZEWICKI			7/8
					FECHA / DATE	FECHA / DATE	FECHA / DATE	SUSTITUYE A / REPLACE

Celester
A TELSTAR COMPANY



				TITULO TITLE	SALIDAS DIGITALES 3			
				PROYECTO PROJECT	SM 750			
				CLIENTE CLIENT				
				DIBUJO Nº DRAWING Nº	300596602			
Nº Nº	REVISION REVISION	DIBUJADO DRAWN BY	FECHA DATE	ESCALAS SCALES	DIBUJADO POR DRAWN BY	APROBADO APROVED BY	CONSTRUIDO AS BUILT	CODIGO CODE
Celester A TELSTAR COMPANY					E.LASZEWICKI			8/8
					FECHA DATE	FECHA DATE	FECHA DATE	SUSTITUYE A REPLACE

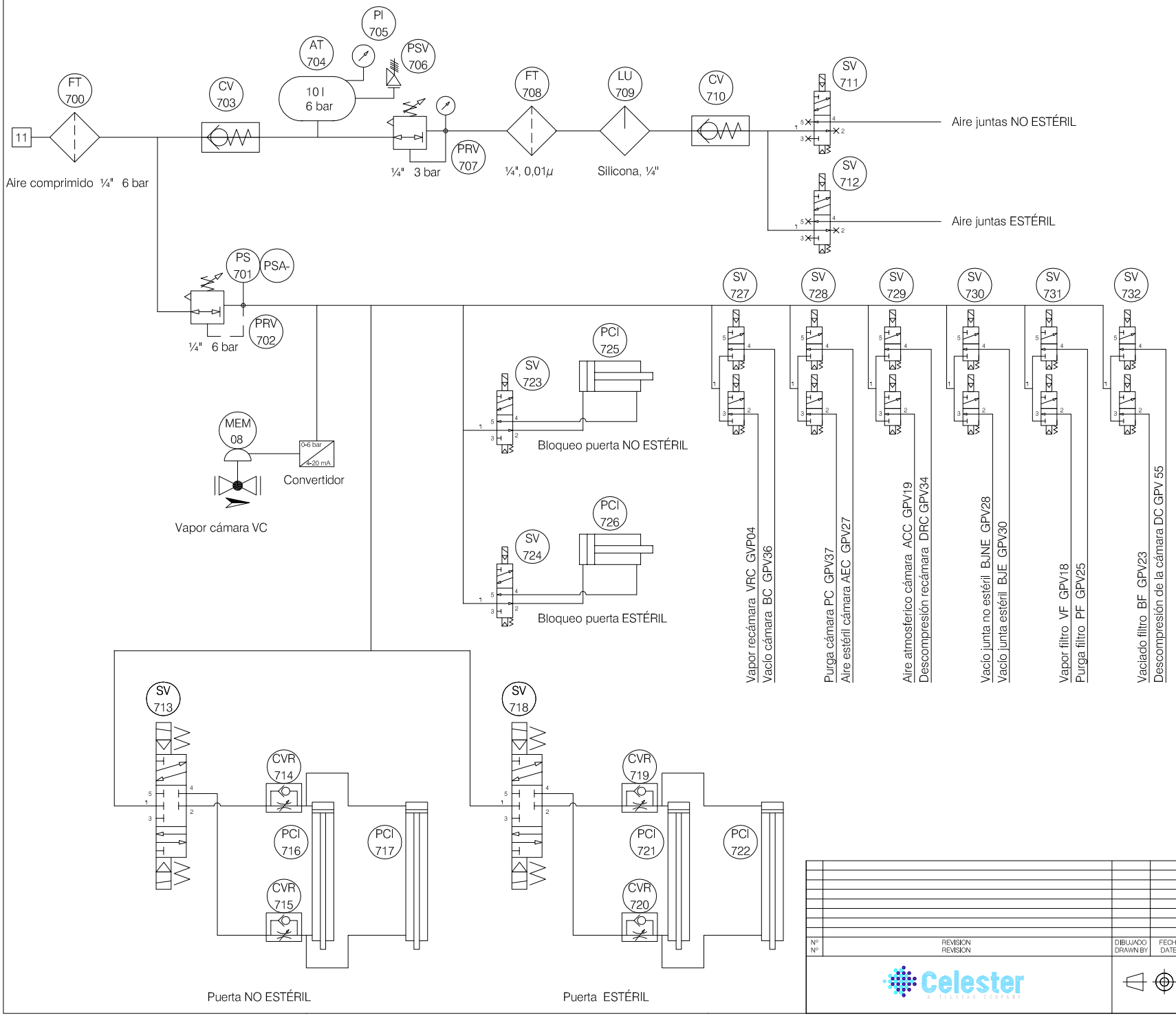


T 01 TRANSFORMADOR 230/400/460V->115/230 V 250 VA POLILUX PD 250
G 01 FUENTE DE ALIMENTACION 120-230V 24 V 2,5 A SIEMENS 6EP1332 1SH42
K 01 RELE ENCHUFABLE 4 CONTACTOS BOBINA 24 VDC TELEMECANIQUE RXN 41G12BD
K 02 RELE ENCHUFABLE 4 CONTACTOS BOBINA 24 VDC TELEMECANIQUE RXN 41G12BD
K 03 RELE ENCHUFABLE 4 CONTACTOS BOBINA 24 VDC TELEMECANIQUE RXN 41G12BD
PLC 01 CPU 226 - 24 INPUT/16 OUTPUT 16KB ALIMENTACION 220 V AC SIEMENS S7-216-2BD23-0XB0
PLC 02 MODULO 16 INPUT/16 OUTPUT RELE SIEMENS S7-223-1PL22-0XA0
PLC 03 MODULO 8 OUTPUT RELE SIEMENS S7-222-1HF22-0XA0
PLC 04 MODULO 4 ANALOG INPUT/1 ANALOG OUTPUT SIEMENS S7-235-0KD22-0XA0
F 01 GUARDAMOTOR 6-10A TELEMECANIQUE GV2 ME14
KM 01 CONTACTOR TRIPOLAR 9A AC-3 BOBINA 24V DC BAJO CONSUMO TELEMECANIQUE LC1 D09BD
F 02 MAGNETOTERMICO II 6A CURVA C HAGER MC 206
F 03 MAGNETOTERMICO II 6A CURVA C HAGER MC 206
F 04 MAGNETOTERMICO II 6A CURVA C HAGER MC 206
F 05 MAGNETOTERMICO II 2A CURVA C HAGER MC 202
F 06 MAGNETOTERMICO II 6A CURVA C HAGER MC 206
F 07 MAGNETOTERMICO II 6A CURVA C HAGER MC 206

				TITULO / TITLE	CUADRO ELECTRICO			
				PROYECTO / PROJECT	SM 750			
				CLIENTE / CLIENT				
A	400V->380V	I.CAMPOS	25.04.06	DIBUJO Nº / DRAWING Nº	300596650			
Nº / Nº	REVISION / REVISION	DIBUJADO / DRAWN BY	FECHA / DATE	ESCALAS / SCALES	DIBUJADO POR / DRAWN BY	APROBADO / APROVED BY	CONSTRUIDO / AS BUILT	CODIGO / CODE
Celester					E.LASZEWICKI			
					FECHA / DATE	FECHA / DATE	FECHA / DATE	SUSTITUYE A / REPLACE

ANEXO III

Esquemas Neumáticos



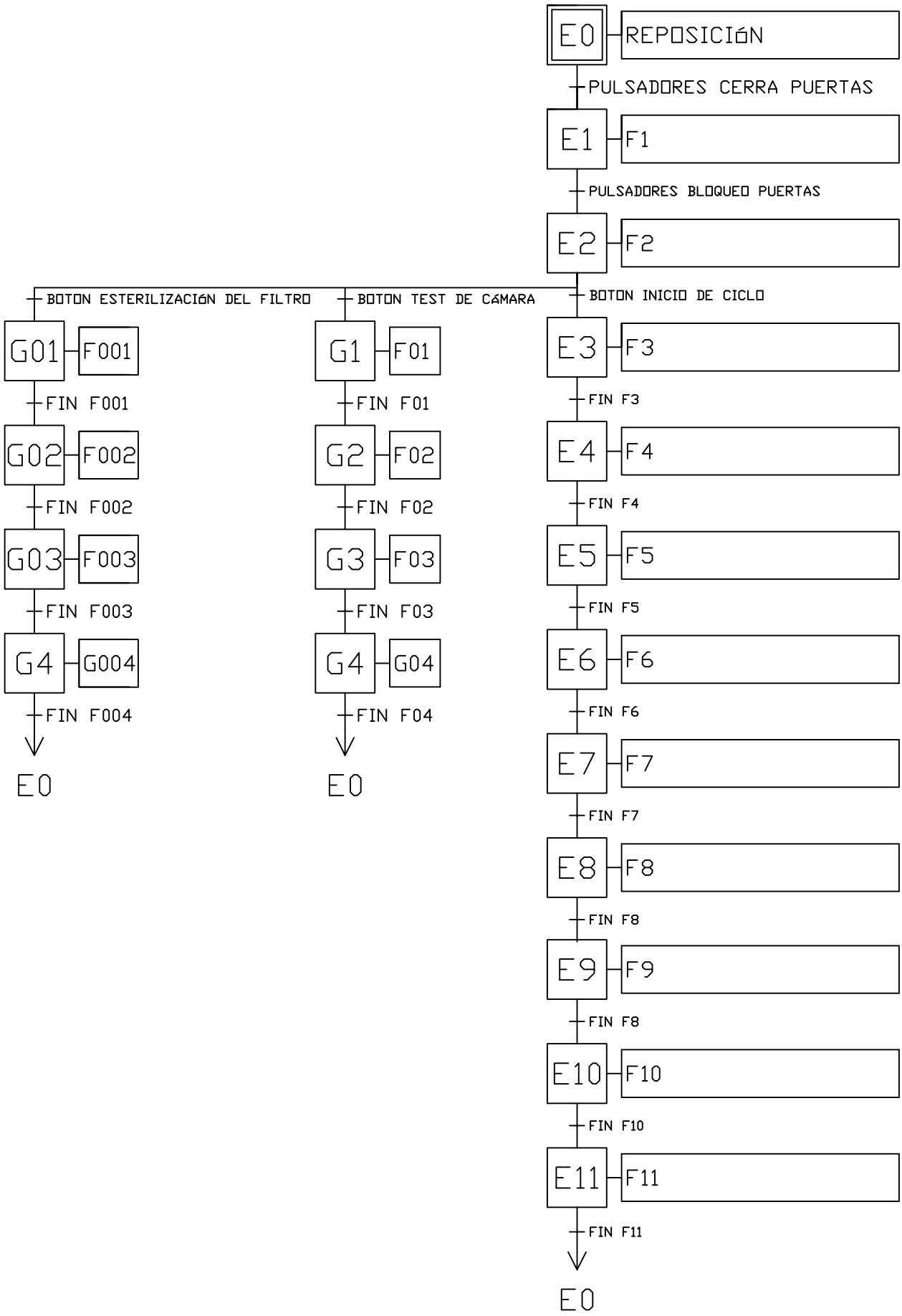
				TITULO / TITLE	ESQUEMA NEUMATICO		
				PROYECTO / PROJECT	SteriMega SM 750		
				CLIENTE / CLIENT			
				DIBUJO Nº / DRAWING Nº	300596700		
Nº / Nº	REVISION / REVISION	DIBUJADO / DRAWN BY	FECHA / DATE	ESCALAS / SCALES	DIBUJADO POR / DRAWN BY	APROBADO / APROVED BY	CONSTRUIDO / AS BUILT	CODIGO / CODE
				-	E.LASZEWICKI			
					FECHA / DATE	FECHA / DATE	FECHA / DATE	SUSTITUYE A / REPLACE
								-

Celester
A TELESTAR COMPANY

ANEXO IV

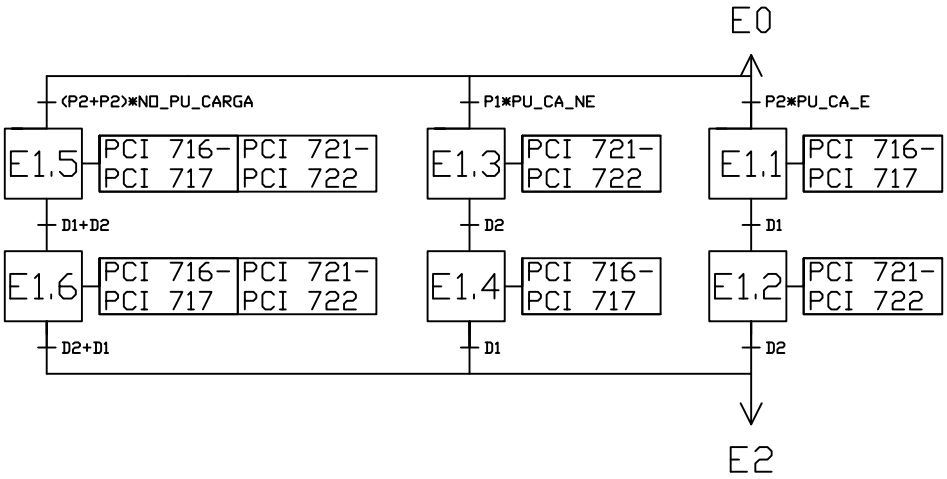
Control

GRAFCET DE PRIMER NIVEL

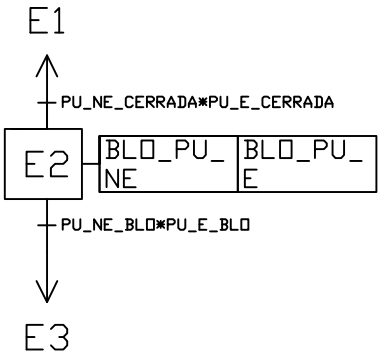


GRAFCET DE SEGUNDO NIVEL

ETAPA 1

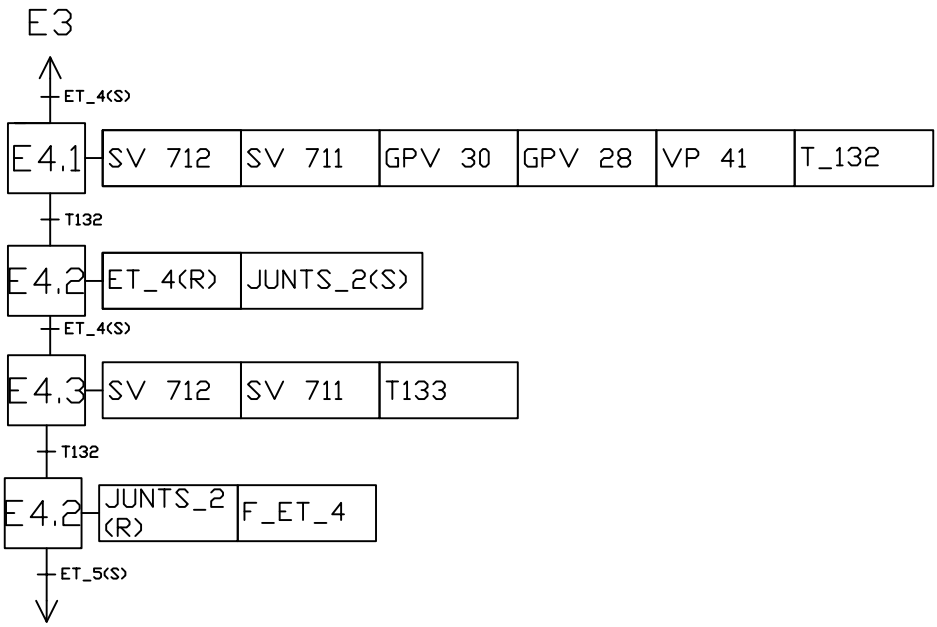


ETAPA 2



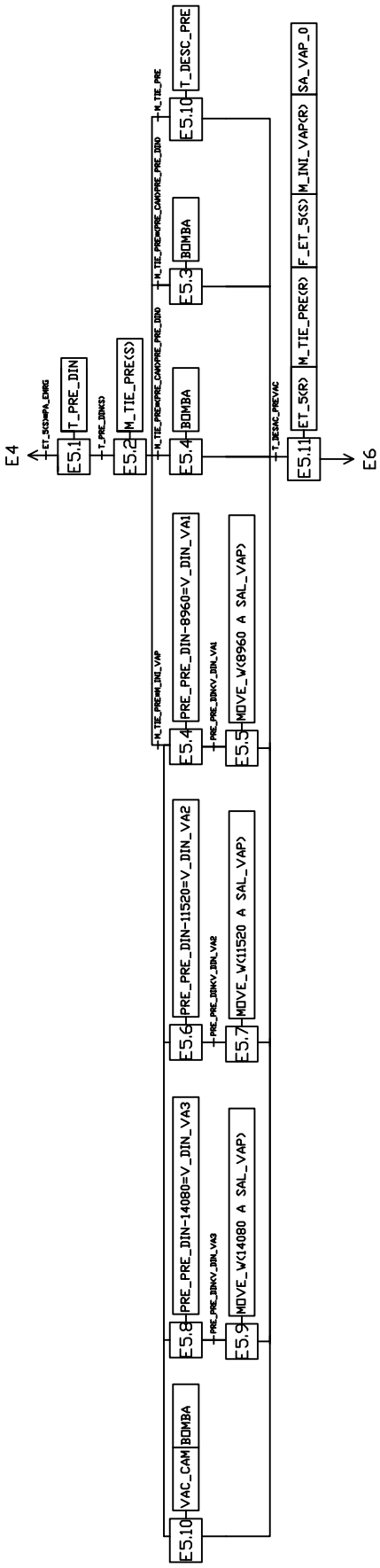
GRAFCET DE SEGUNDO NIVEL

ETAPA 4



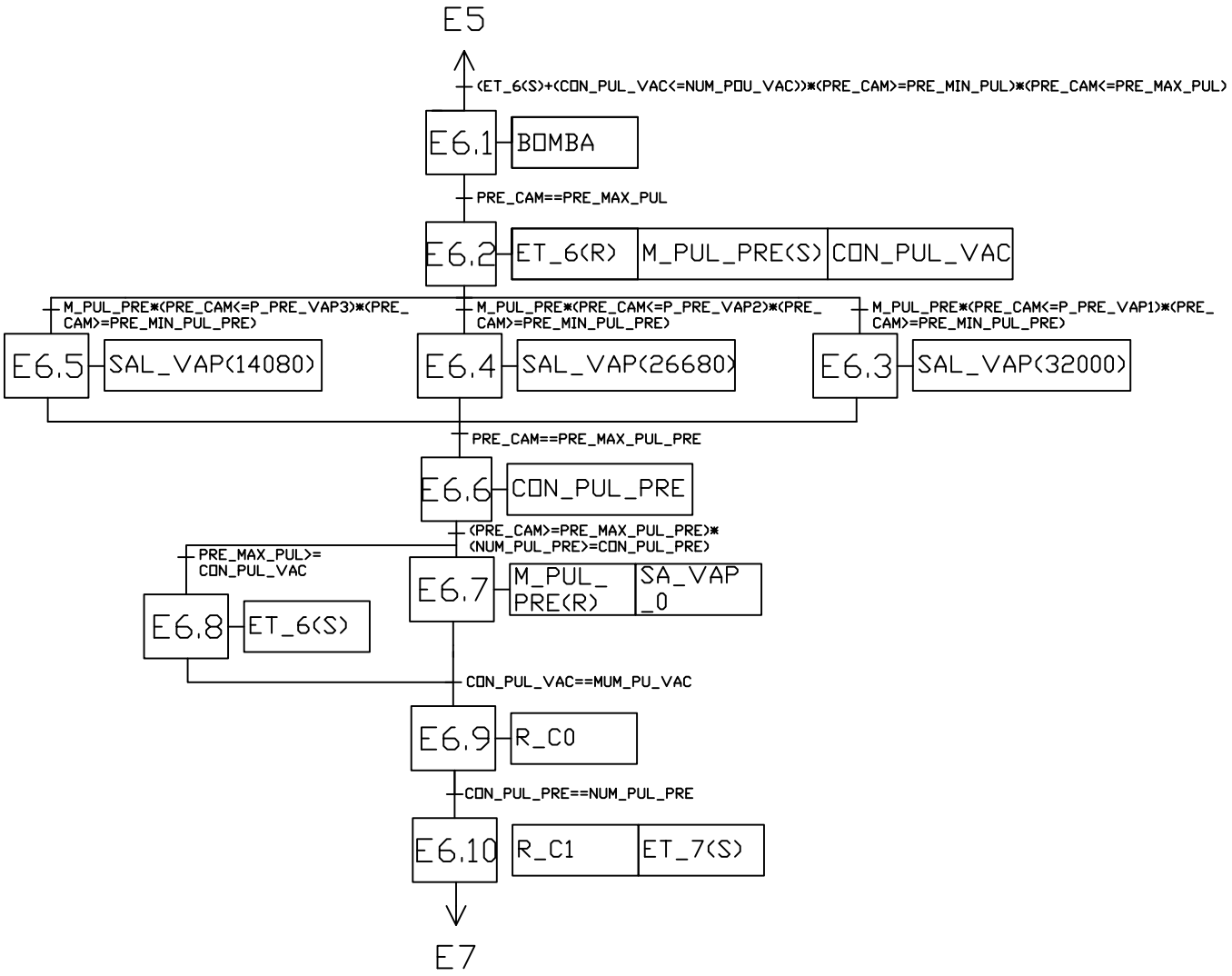
GRAFCET DE SEGUNDO NIVEL

ETAPA 5



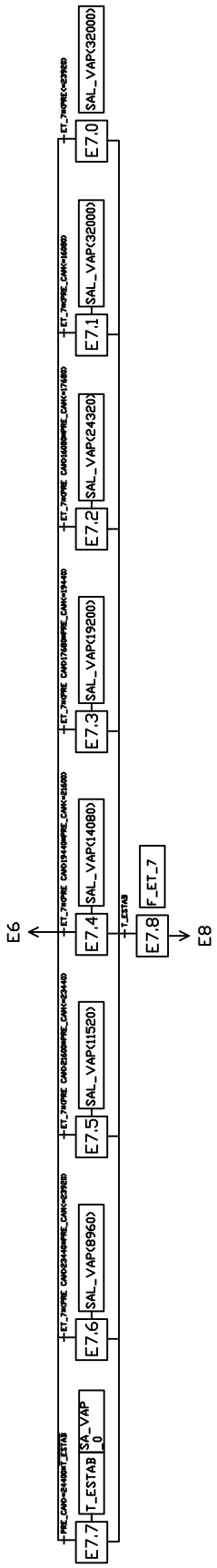
GRAFCET DE SEGUNDO NIVEL

ETAPA 6



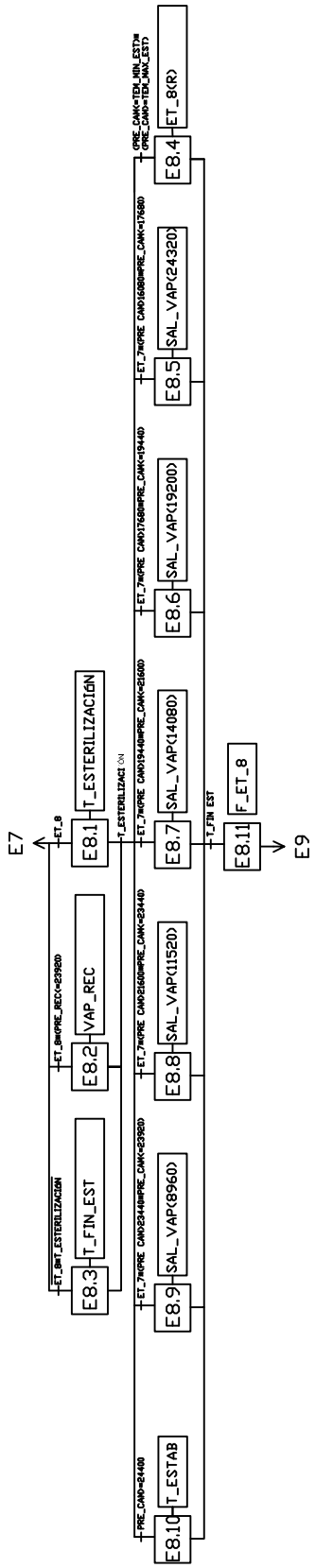
GRAFCET DE SEGUNDO NIVEL

ETAPA 7



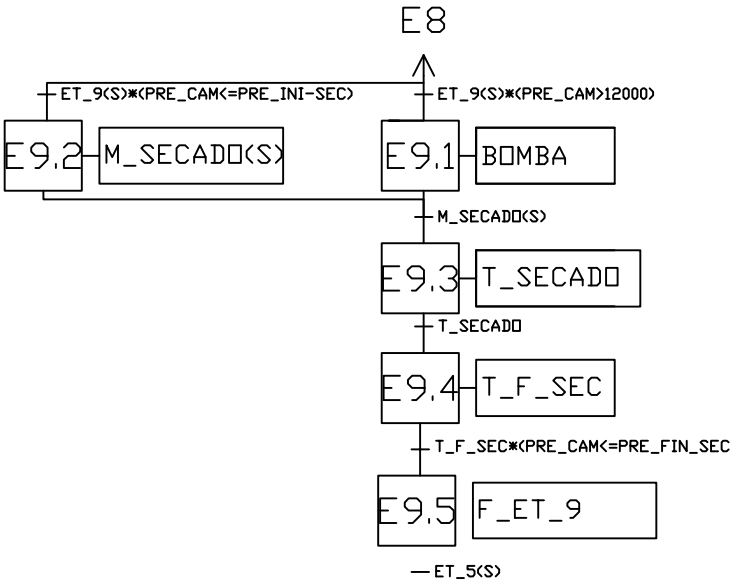
GRAFCET DE SEGUNDO NIVEL

ETAPA 8

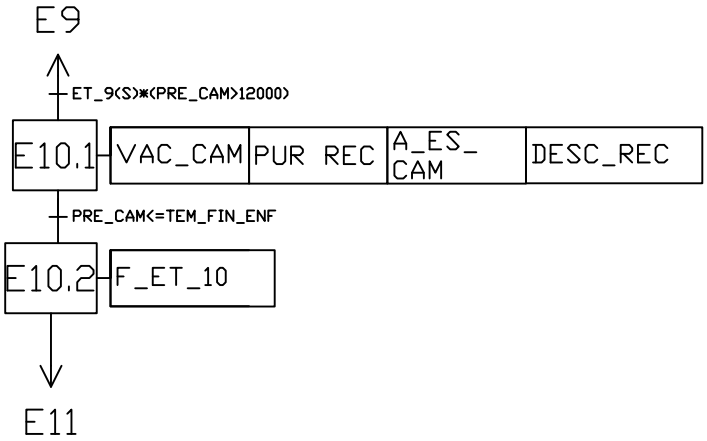


GRAFCET DE SEGUNDO NIVEL

ETAPA 9

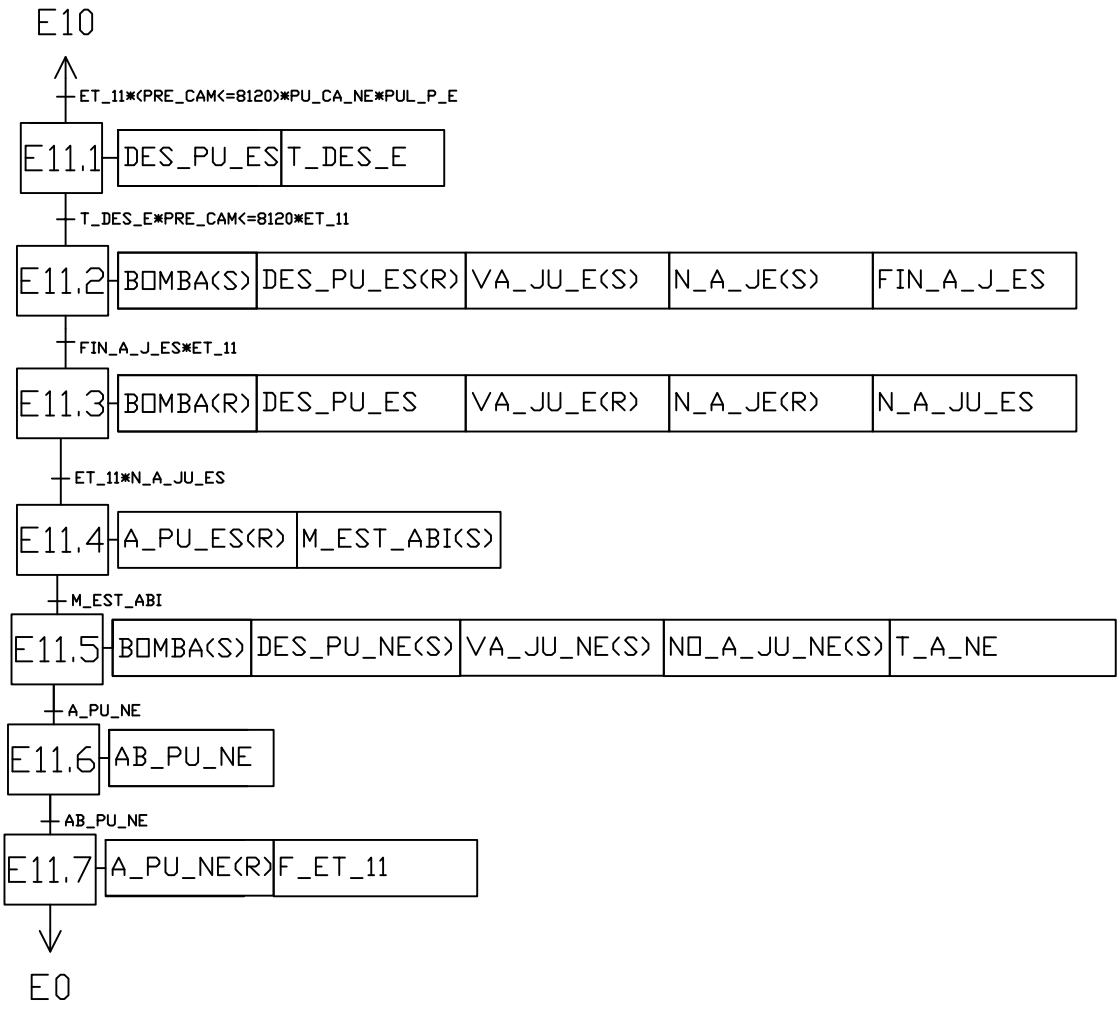


ETAPA 10



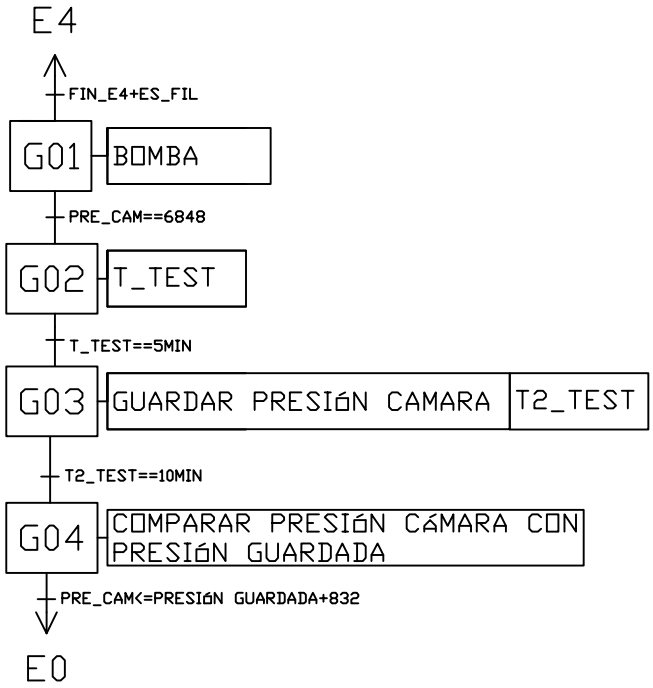
GRAFCET DE SEGUNDO NIVEL

ETAPA 11



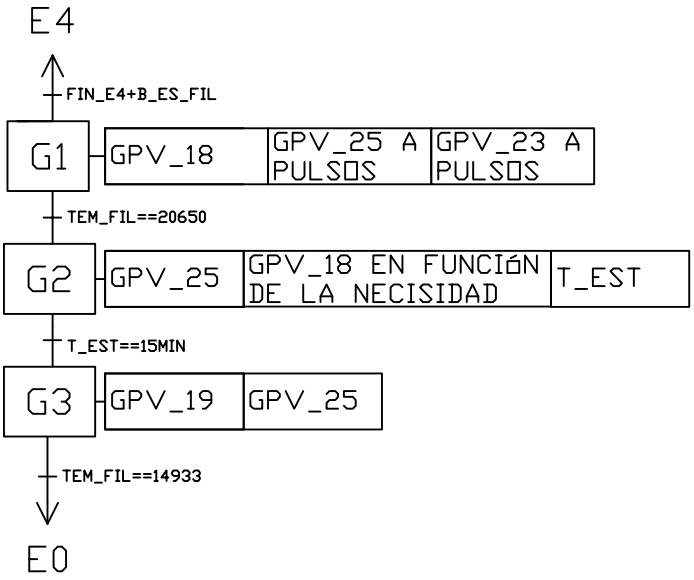
GRAFCET DE SEGUNDO NIVEL

TEST DE CáMARA



GRAFCET DE SEGUNDO NIVEL

ESTERILIZACIóN DEL FILTRO



Entrada		Denominación	Salida		Denominación	Ent. Analògica		Denominación	Sal. Analòg.		Denominació
	I 0.0	Puerta NE cerrada - B01		Q 0.0	Vapor recámara - GPV 04	PLC 04	AIW 0	Temperatura condensados - TT 31	PLC04	AQW 0	Vapor cámara - MEM 08
	I 0.1	Puerta E cerrada - B02		Q 0.1	Vacío cámara - GPV 36		AIW 2	Temperatura fitro de aire - TT 24			
	I 0.2	Pulsador puerta N.E. - P1		Q 0.2	Purga cámara - GPV 37		AIW 4	Presión recámara - PT 11			
	I 0.3	Pulsador puerta E. - P2		Q 0.3	Bomba de vacío - VP 41		AIW 6	Presión cámara - PT 15			
	I 0.4	Fotocélula N.E. -F01		Q 0.4	Aire estéril cámara - GPV 27						
	I 0.5	Fotocélula E. - F02	PLC 01	Q 0.5	Aire comprimido cámara - GPV 19						
	I 0.6	Detector bloqueo N.E. - B03		Q 0.6	Descompresión recámara - GPV 34						
	I 0.7	Detector bloqueo E. - B04		Q 0.7	Abre puerta N.E. - PCI 716 - PCI 717						
	I 1.0	Pulsador anulación alarma		Q 1.0	Cierra puerta N.E. - PCI 716 - PCI 717						
PLC 01	I 1.1	Paro de emergencia - EM01		Q 1.1	Abre puerta E. - PCI 721 - PCI 722						
	I 1.2	Termostato seguridad - TS 50 (N.C.)		Q 1.2	Cierra puerta E. - PCI 721 - PCI 722						
	I 1.3	Presostato agua de red - PS 45		Q 1.3	Bloqueo puerta N.E. - PCI 725						
	I 1.4	Presostato aire comprimido - PS 701		Q 1.4	Besbloqueo puerta E. - PCI 726						
	I 1.5	Presostato vapor red - PS 02		Q 1.5		registra	CH-1	Temperatura condensados - TT 32			
	I 1.6	Presostato vapor limpio - PS 06		Q 1.6	Vacío junta N.E. - GPV 28		CH-2	Presión cámara - PT 15			
	I 1.7	Presostato seguridad recámara - PS 10 (N.C.)		Q 1.7	Vacío junta E. - GPV 30		CH-3	Temperatura filtro - TT 24			
	I 2.0	Presostato seguridad cámara - PS 14 (N.C.)		Q 2.0	Aire junta N.E. - SV 711						
	I 2.1	Presostato vapor filtro aire - PS 21 (N.C.)		Q 2.1	Aire junta E. - SV 712						
	I 2.2			Q 2.2	Luces marcha						
	I 2.3	Detector vapor recámara EPI 04		Q 2.3	Luz roja N.E. - L1						
	I 2.4	Detector vacío cámara EPI 36		Q 2.4	Luz roja E. - L2						
	I 2.5	Detector purga cámara EPI 37	PLC 02	Q 2.5	Luz verde N.E. - L3						
	I 2.6	Detector aire estéril cámara EPI 27		Q 2.6	Luz verde E. - L4						
	I 2.7	Detector aire comprimido cámara EPI 19		Q 2.7	Luces fin de ciclo - L5						
	I 3.0	Detector descompresión recámara EPI 34		Q 3.0	Luces puertas bloqueadas - L6						
	I 3.1	Detector descompresión cámara EPI 55		Q 3.1	Alarma óptica - AL 1						
	I 3.2			Q 3.2	Alarma acustica AL 2						
	I 3.3			Q 3.3	Registrador gráfico - CR 01						
	I 3.4			Q 3.4							
PLC 02	I 3.5			Q 3.5	Descompresión cámara - GPV 55						
	I 3.6			Q 3.6	Vapor filtro - GPV 18						
	I 3.7			Q 3.7	Purga filtro - GPV 25						
	I 4.0	Termostato seguridad - TS 50 (N.C.)		Q 4.0	Vaciado filtro - GPV 23						
	I 4.1	Nivel seguridad depósito drenaje - LS 49	PLC 03	Q 4.1	Agua enfriamiento - SV 47						
	I 4.2			Q 4.2	Agua desagüe - SV 48						
	I 4.3			Q 4.3							
	I 4.4			Q 4.4							
	I 4.5			Q 4.5							
	I 4.6			Q 4.6							
	I 4.7			Q 4.7							

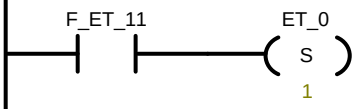
Bloque:	PRINCIPAL
Autor:	
Fecha de creación:	11.12.2008 9:41:28
Fecha de modificación:	28.12.2008 12:13:45

Símbolo	Tipo var.	Tipo de datos	Comentario
	TEMP		
	TEMP		
	TEMP		
	TEMP		

COMENTARIOS DEL PROGRAMA

Network 1 REPOSICIÓN

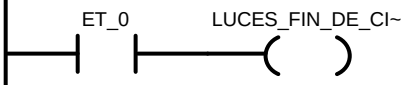
LA MAQUINA ESTÁ PARADA, HA TERMINADO EL CICLO ANTERIOR Y ESTÁ A LA ESPERA DE OREDENES



Símbolo	Dirección	Comentario
ET_0	M0.1	ETAPA 0
F_ET_11	M3.1	FIN ETAPA 11

Network 2 ACTIVIDAD E0

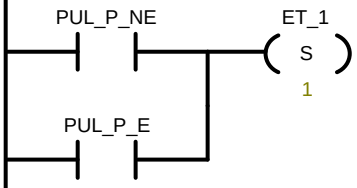
AL FINALIZAR EL CICLO SE ENCIENDEN LAS LUCES FIN DE CICLO



Símbolo	Dirección	Comentario
ET_0	M0.1	ETAPA 0
LUCES_FIN_DE_CICLO	Q2.7	LUCES FIN DE CICLO

Network 3 ETAPA 1

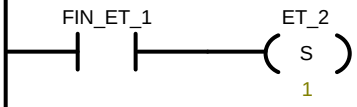
CERRAR PUERTAS



Símbolo	Dirección	Comentario
ET_1	M3.3	ETAPA 1
PUL_P_E	I0.3	PULSADOR PUERTA ESTERIL
PUL_P_NE	I0.2	PULSADOR PUERTA NO ESTERIL

Network 4 ETAPA 2

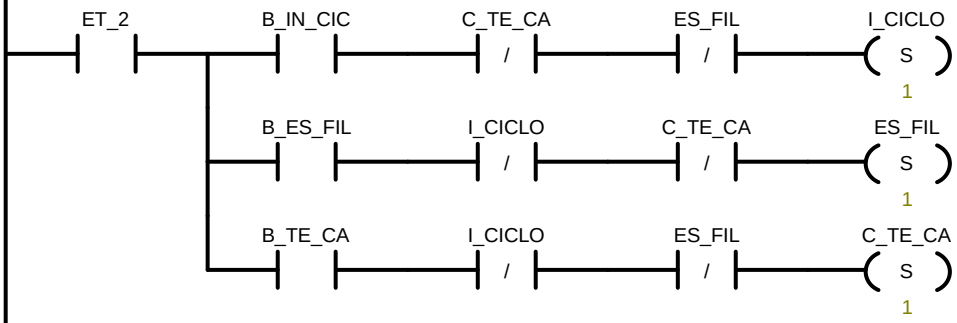
BLOQUEO PUERTAS



Símbolo	Dirección	Comentario
ET_2	M0.3	ETAPA 2
FIN_ET_1	M3.4	FIN ETAPA 1

Network 5 ETAPA 3

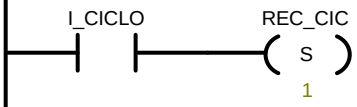
ESCOJER ESTERILIZACIÓN, TEST CÁMARA O ESTERILIZACIÓN DEL FILTRO



Símbolo	Dirección	Comentario
B_ES_FIL	V30.2	BOTON ESTERILIZACIÓN FILTRO
B_IN_CIC	V30.0	BOTON INICIO DE CICLO
B_TE_CA	V30.1	BOTON TEST CÁMARA
C_TE_CA	M0.6	INICIO TEST CÁMARA
ES_FIL	M0.7	INICIO ESTERILIZACIÓN FILTRO
ET_2	M0.3	ETAPA 2
I_CICLO	M0.5	INICIO CICLO

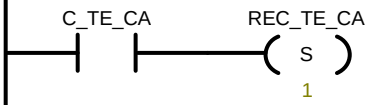
Network 6 LEER RECETA

LEER LA RECETA ESCOJIDA Y SEGUIR



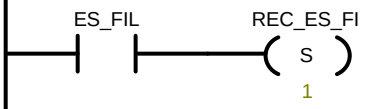
Símbolo	Dirección	Comentario
I_CICLO	M0.5	INICIO CICLO
REC_CIC	M10.0	RECETA CICLO

Network 7



Símbolo	Dirección	Comentario
C_TE_CA	M0.6	INICIO TEST CÁMARA
REC_TE_CA	M10.1	RECETA TEST CÁMARA

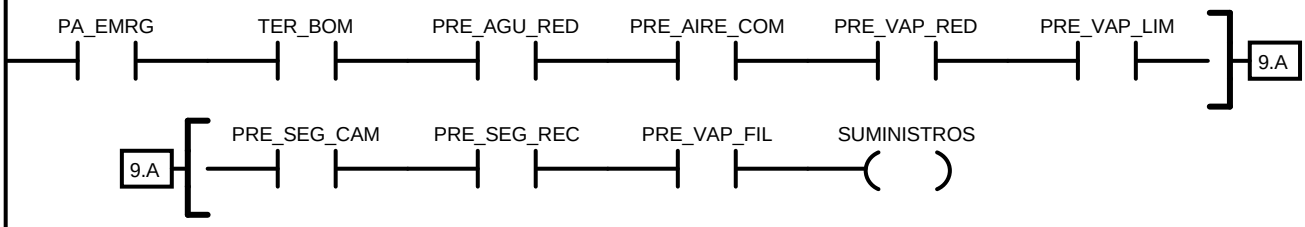
Network 8



Símbolo	Dirección	Comentario
ES_FIL	M0.7	INICIO ESTERILIZACIÓN FILTRO
REC_ES_FI	M10.2	RECETA ESTERILIZACIÓN FILTRO

Network 9

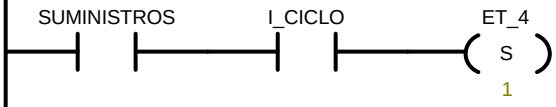
CONDICIONES DE SUMINISTROS



Símbolo	Dirección	Comentario
PA_EMRG	I1.1	PARO DE EMERGENCIA
PRE_AGU_RED	I1.3	PRESOSTATO AGUA DE RED
PRE_AIRE_COM	I1.4	PRESOSTATO AIRE COMPRIMIDO
PRE_SEG_CAM	I1.7	PRESOSTATO DE SEGURIDAD CÁMARA
PRE_SEG_REC	I2.0	PRESOSTATO DE SEGURIDAD RECÁMARA
PRE_VAP_FIL	I2.1	PRESOSTATO VAPOR FILTRO DE AIRE
PRE_VAP_LIM	I1.6	PRESOSTATO VAPOR LIMPIO
PRE_VAP_RED	I1.5	PRESOSTATO VAPOR DE RED
SUMINISTROS	M1.1	SUMINISTROS
TER_BOM	I1.2	TÉRMICO BOBMA DE VACÍO

Network 10

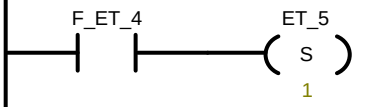
ETAPA 4



Símbolo	Dirección	Comentario
ET_4	M1.0	ETAPA 4 AIRE A LAS JUNTAS
I_CICLO	M0.5	INICIO CICLO
SUMINISTROS	M1.1	SUMINISTROS

Network 11

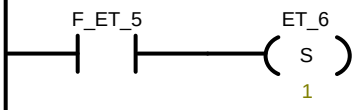
ETAPA 5



Símbolo	Dirección	Comentario
ET_5	M1.3	ETAPA 5
F_ET_4	M1.2	FIN ETAPA 4

Network 12

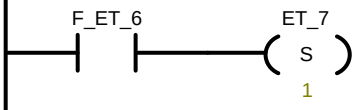
ETAPA 6



Símbolo	Dirección	Comentario
ET_6	M1.5	ETAPA 6
F_ET_5	M1.4	FIN ETAPA 5

Network 13

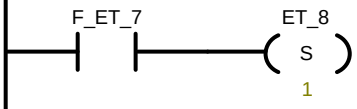
ETAPA 7



Símbolo	Dirección	Comentario
ET_7	M1.7	ETAPA 7
F_ET_6	M1.6	FIN ETAPA 6

Network 14

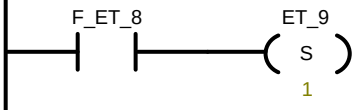
ETAPA 8



Símbolo	Dirección	Comentario
ET_8	M2.1	ETAPA 8
F_ET_7	M2.0	FIN ETAPA 7

Network 15

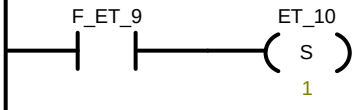
ETAPA 9



Símbolo	Dirección	Comentario
ET_9	M2.3	ETAPA 9
F_ET_8	M2.2	FIN ETAPA 8

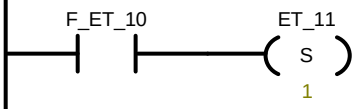
Network 16

ETAPA 10



Símbolo	Dirección	Comentario
ET_10	M2.5	ETAPA 10
F_ET_9	M2.4	FIN ETAPA 9

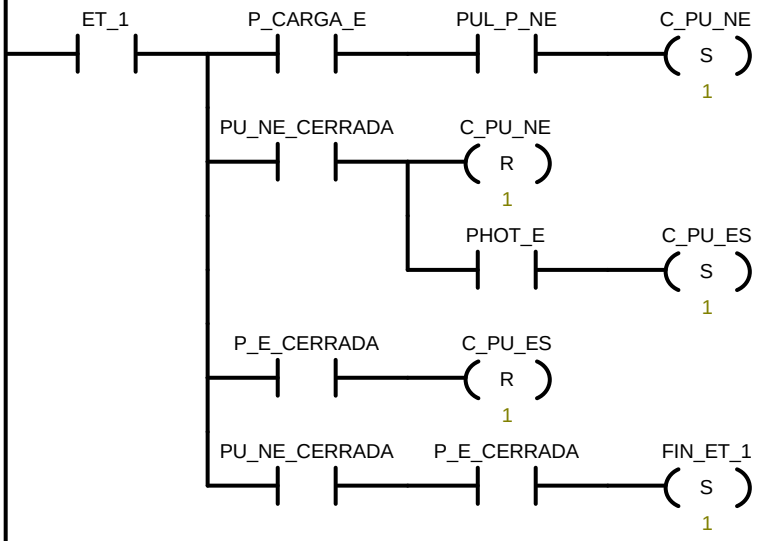
Network 17



Símbolo	Dirección	Comentario
ET_11	M2.7	ETAPA 11
F_ET_10	M2.6	FIN ETAPA 10

Network 18 ETAPA1

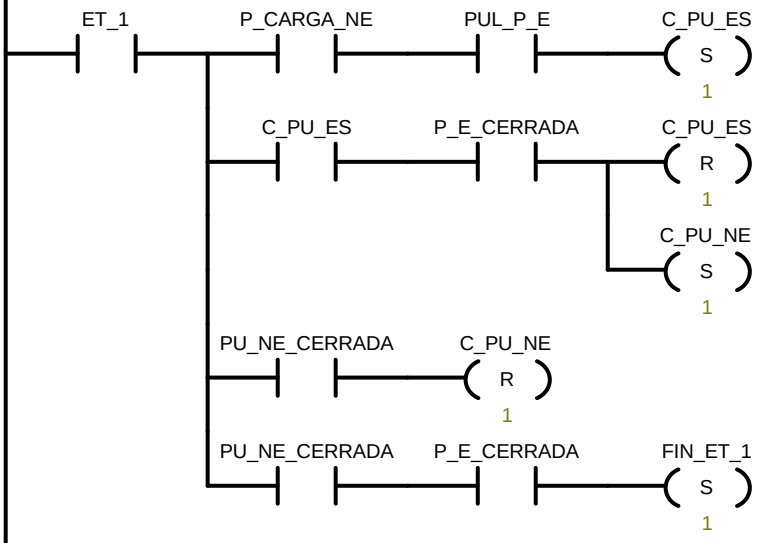
PUERTAS PUERTA CARGA ESTERIL



Símbolo	Dirección	Comentario
C_PU_ES	Q1.2	CIERRA PUERTA ESTERIL
C_PU_NE	Q1.0	CIERRA PUERTA NO ESTERIL
ET_1	M3.3	ETAPA 1
FIN_ET_1	M3.4	FIN ETAPA 1
P_CARGA_E	V20.0	PUERTA CARGA ESTERIL
P_E_CERRADA	I0.1	PUERTA ERSTERIL CERRADA
PHOT_E	I0.5	PHOTOCELULA PUERTA ESTERIL
PU_NE_CERRADA	I0.0	PUERTA NE CERRADA
PUL_P_NE	I0.2	PULSADOR PUERTA NO ESTERIL

Network 19 ETAPA 1

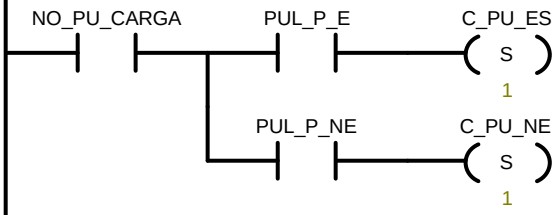
PUERTA DE CARGA NO ESTERIL



Símbolo	Dirección	Comentario
C_PU_ES	Q1.2	CIERRA PUERTA ESTERIL
C_PU_NE	Q1.0	CIERRA PUERTA NO ESTERIL
ET_1	M3.3	ETAPA 1
FIN_ET_1	M3.4	FIN ETAPA 1
P_CARGA_NE	V20.1	PUERTA CARGA NO ESTERIL
P_E_CERRADA	I0.1	PUERTA ERSTERIL CERRADA
PU_NE_CERRADA	I0.0	PUERTA NE CERRADA
PUL_P_E	I0.3	PULSADOR PUERTA ESTERIL

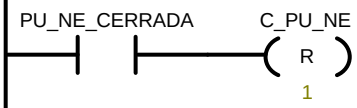
Network 20 ETAPA 1

NO PUERTA CARGA



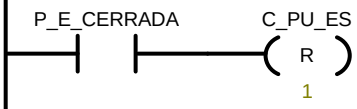
Símbolo	Dirección	Comentario
C_PU_ES	Q1.2	CIERRA PUERTA ESTERIL
C_PU_NE	Q1.0	CIERRA PUERTA NO ESTERIL
NO_PU_CARGA	V20.2	NO PUERTA CARGA
PUL_P_E	I0.3	PULSADOR PUERTA ESTERIL
PUL_P_NE	I0.2	PULSADOR PUERTA NO ESTERIL

Network 21



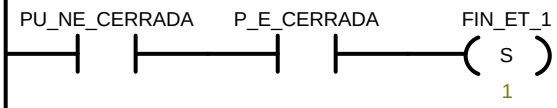
Símbolo	Dirección	Comentario
C_PU_NE	Q1.0	CIERRA PUERTA NO ESTERIL
PU_NE_CERRADA	I0.0	PUERTA NE CERRADA

Network 22



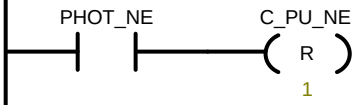
Símbolo	Dirección	Comentario
C_PU_ES	Q1.2	CIERRA PUERTA ESTERIL
P_E_CERRADA	I0.1	PUERTA ERSTERIL CERRADA

Network 23



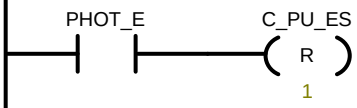
Símbolo	Dirección	Comentario
FIN_ET_1	M3.4	FIN ETAPA 1
P_E_CERRADA	I0.1	PUERTA ERSTERIL CERRADA
PU_NE_CERRADA	I0.0	PUERTA NE CERRADA

Network 24 PUERTAS FOTOCELULAS



Símbolo	Dirección	Comentario
C_PU_NE	Q1.0	CIERRA PUERTA NO ESTERIL
PHOT_NE	I0.4	PHOTOCELULA NO ESTERIL

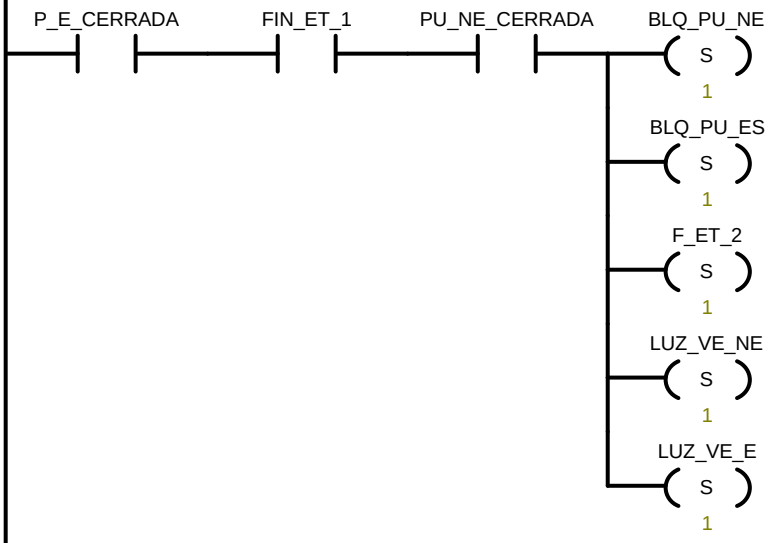
Network 25



Símbolo	Dirección	Comentario
C_PU_ES	Q1.2	CIERRA PUERTA ESTERIL
PHOT_E	I0.5	PHOTOCELULA PUERTA ESTERIL

Network 26 ETAPA 2

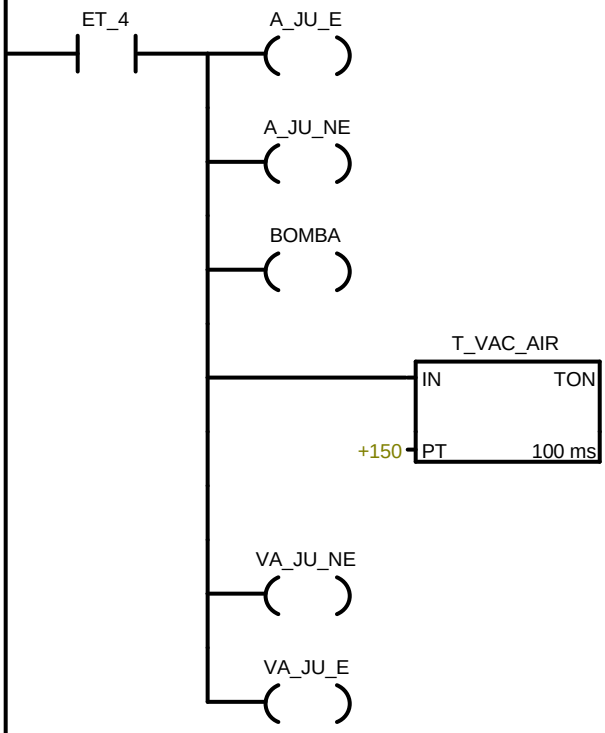
BLOQUEO PUERTA



Símbolo	Dirección	Comentario
BLQ_PU_ES	Q4.5	BLOQUEO PUERTA ESTERIL
BLQ_PU_NE	Q4.4	BLOQUEO PUERTA NO ESTERIL
F_ET_2	M3.5	FIN ETAPA 2
FIN_ET_1	M3.4	FIN ETAPA 1
LUZ_VE_E	Q2.6	LUZ VERDE ESTERIL
LUZ_VE_NE	Q2.5	LUZ VERDE NO ESTERIL
P_E_CERRADA	I0.1	PUERTA ERSTERIL CERRADA
PU_NE_CERRADA	I0.0	PUERTA NE CERRADA

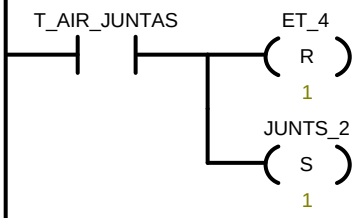
Network 27 ETAPA 4

AIRE JUNTES



Símbolo	Dirección	Comentario
A_JU_E	Q2.1	AIRE JUNTA ESTERIL
A_JU_NE	Q2.0	AIRE JUNTA NO ESTERIL
BOMBA	Q0.3	BOMBA DE VACÍO
ET_4	M1.0	ETAPA 4 AIRE A LAS JUNTAS
T_VAC_AIR	T132	VACIO JUNTAS + AIRE JUNTAS
VA_JU_E	Q1.7	VACIO JUNTA ESTERIL
VA_JU_NE	Q1.6	VACIO JUNTA NO ESTERIL

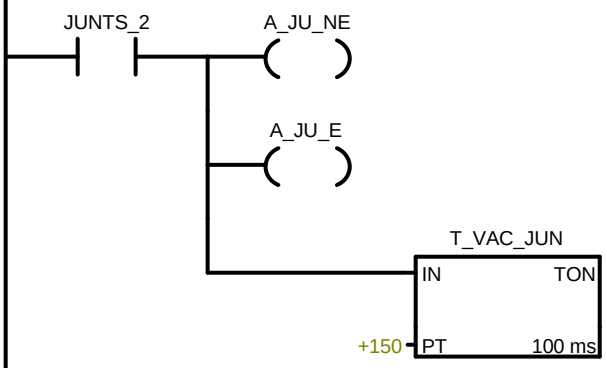
Network 28



Símbolo	Dirección	Comentario
ET_4	M1.0	ETAPA 4 AIRE A LAS JUNTAS
JUNTS_2	M3.6	SEGUNDA FASE JUNTAS
T_AIR_JUNTAS	T131	AIRE + VACÍO JUNTAS

Network 29

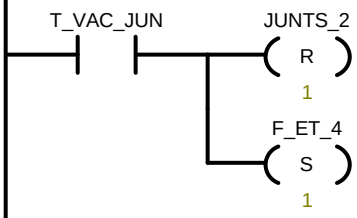
JUNTAS 2



Símbolo	Dirección	Comentario
A_JU_E	Q2.1	AIRE JUNTA ESTERIL
A_JU_NE	Q2.0	AIRE JUNTA NO ESTERIL
JUNTS_2	M3.6	SEGUNDA FASE JUNTAS
T_VAC_JUN	T133	VACIO JUNTAS

Network 30

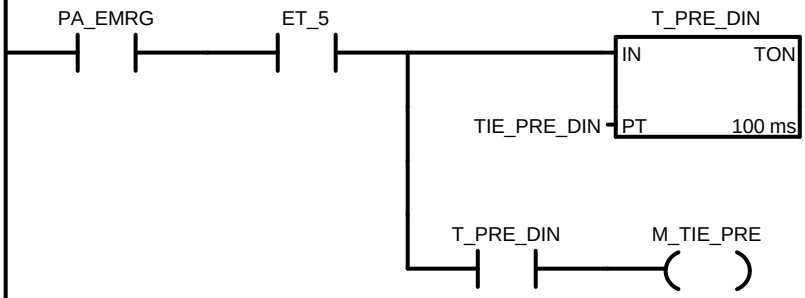
JUNTAS 2.1



Símbolo	Dirección	Comentario
F_ET_4	M1.2	FIN ETAPA 4
JUNTS_2	M3.6	SEGUNDA FASE JUNTAS
T_VAC_JUN	T133	VACIO JUNTAS

Network 31

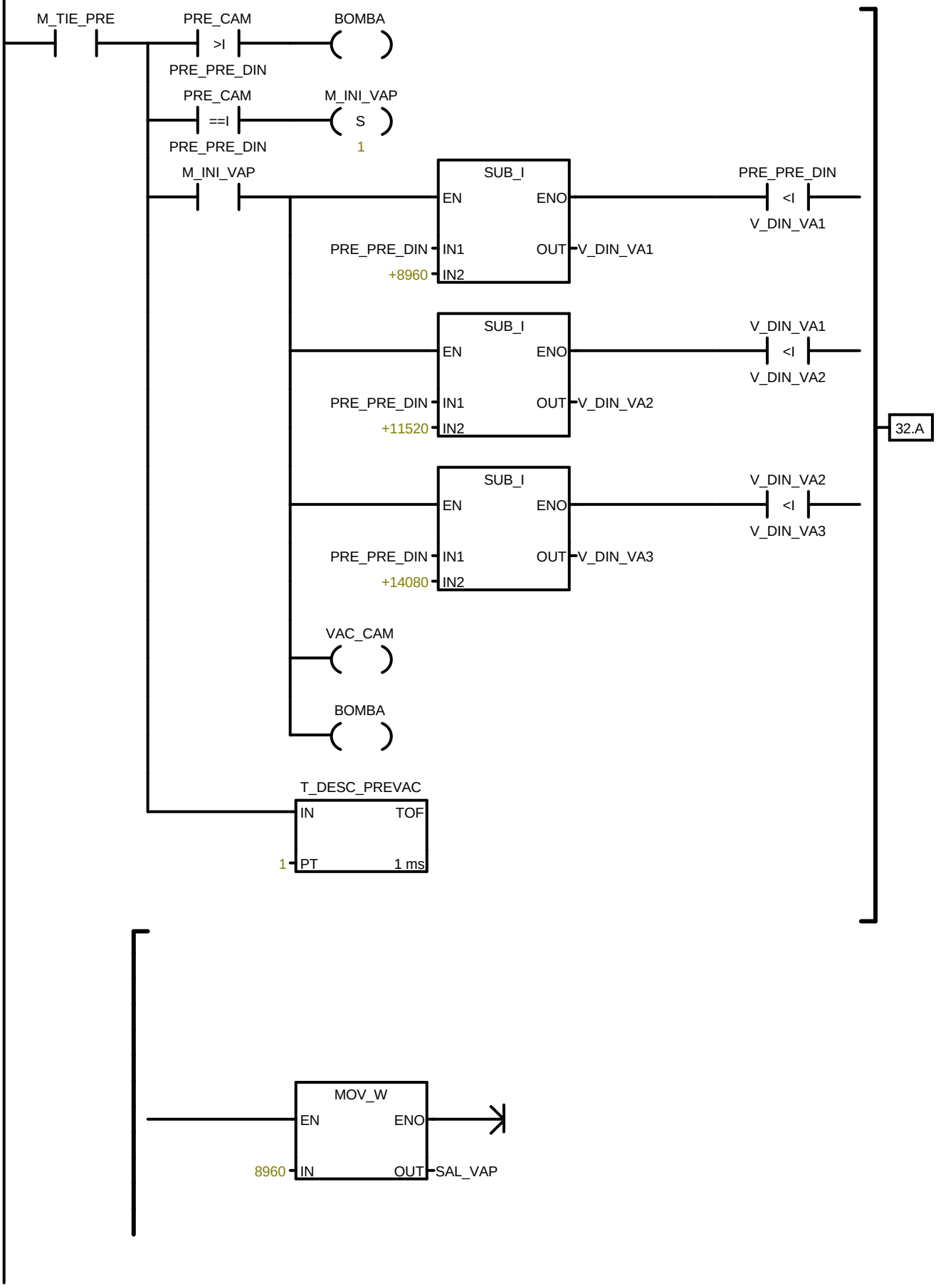
PREVACÍO DINÁMICO

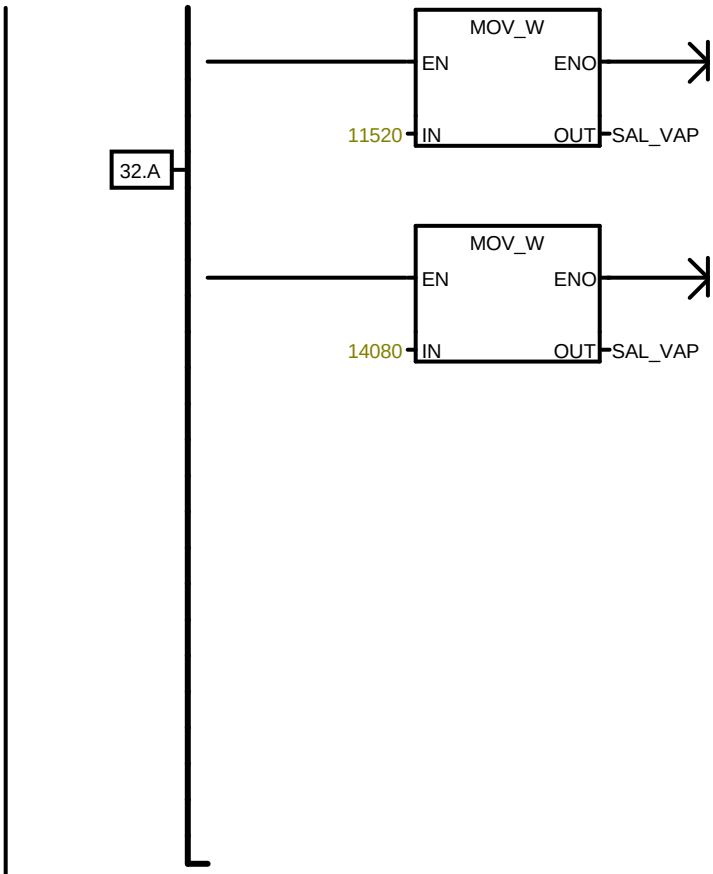


Símbolo	Dirección	Comentario
ET_5	M1.3	ETAPA 5
M_TIE_PRE	M3.7	M TIEMPO PREVACÍO DINAMICO
PA_EMRG	I1.1	PARO DE EMERGENCIA
T_PRE_DIN	T37	TIEMPO PREVACIO DINÁMICO
TIE_PRE_DIN	VW100	TIEMPO DE PREVACÍO DINAMICO (EN MILISEGUNDOS)

Network 32

PREVACIO

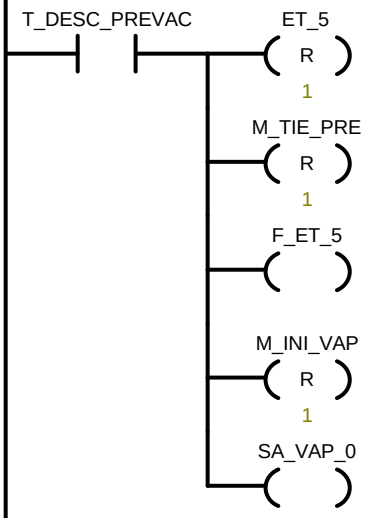




Símbolo	Dirección	Comentario
BOMBA	Q0.3	BOMBA DE VACÍO
M_INI_VAP	M4.0	M INICIO VAPOR EN PREVACÍO
M_TIE_PRE	M3.7	M TIEMPO PREVACÍO DINAMICO
PRE_CAM	AIW6	PRESIÓN CÁMARA
PRE_PRE_DIN	VW102	PRESIÓN PREVACIO DINÁMICO
SAL_VAP	AQW0	SÁLIDA VÁPOR VÁLVULA MODULANTE
T_DESC_PREVAC	T32	DESCONEXION PREVÁCIO DINÁMICO
V_DIN_VA1	VW140	VÁCIO DINÁMICO VAPOR 1
V_DIN_VA2	VW142	VACÍO DINÁMICO VAPOR 2
V_DIN_VA3	VW144	VACIO DINAMICO VAPOR 3
VAC_CAM	Q0.1	VÁCIO CÁMARA

Network 33

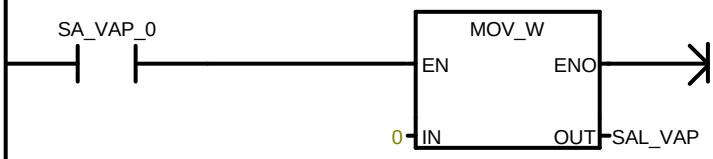
FINALIZAR PREVÁCIO DINÁMICO



Símbolo	Dirección	Comentario
ET_5	M1.3	ETAPA 5
F_ET_5	M1.4	FIN ETAPA 5
M_INI_VAP	M4.0	M INICIO VAPOR EN PREVACÍO
M_TIE_PRE	M3.7	M TIEMPO PREVACÍO DINAMICO
SA_VAP_0	M4.1	PONER SALIDA VAPOR A CERO
T_DESC_PREVAC	T32	DESCONEXION PREVÁCIO DINÁMICO

Network 34

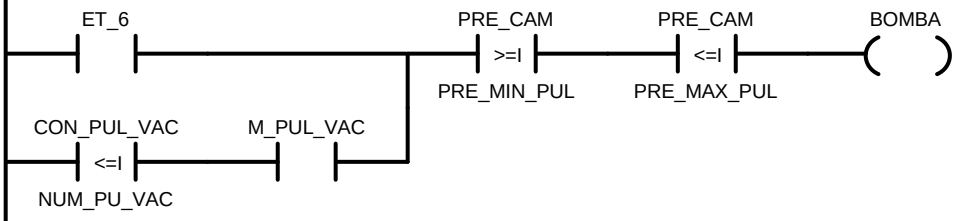
SALIDA DE VAPOR A 0



Símbolo	Dirección	Comentario
SA_VAP_0	M4.1	PONER SALIDA VAPOR A CERO
SAL_VAP	AQW0	SÁLIDA VÁPOR VÁLVULA MODULANTE

Network 35

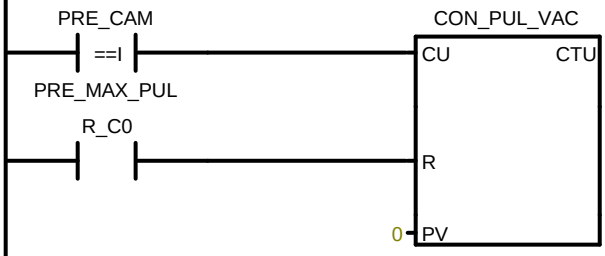
PULSOS EN VÁCIO



Símbolo	Dirección	Comentario
BOMBA	Q0.3	BOMBA DE VACÍO
CON_PUL_VAC	C0	CONTADOR DE PULSOS EN VÁCIO
ET_6	M1.5	ETAPA 6
M_PUL_VAC	M4.3	MARCA PULSOS VÁCIO
NUM_PU_VAC	VW104	NÚMERO DE PULSOS EN VÁCIO
PRE_CAM	AIW6	PRESIÓN CÁMARA
PRE_MAX_PUL	VW108	PRESIÓN MÁXIMA PULSOS EN VÁCIO
PRE_MIN_PUL	VW106	PRESIÓN MINIMA DE PÙLSOS EN VÁCIO

Network 36

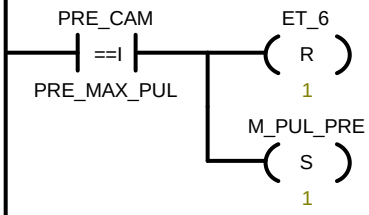
CONTADOR DE PULSOS EN VÁCIO



Símbolo	Dirección	Comentario
CON_PUL_VAC	C0	CONTADOR DE PULSOS EN VÁCIO
PRE_CAM	AIW6	PRESIÓN CÁMARA
PRE_MAX_PUL	VW108	PRESIÓN MÁXIMA PULSOS EN VÁCIO
R_C0	M4.4	RESET C0

Network 37

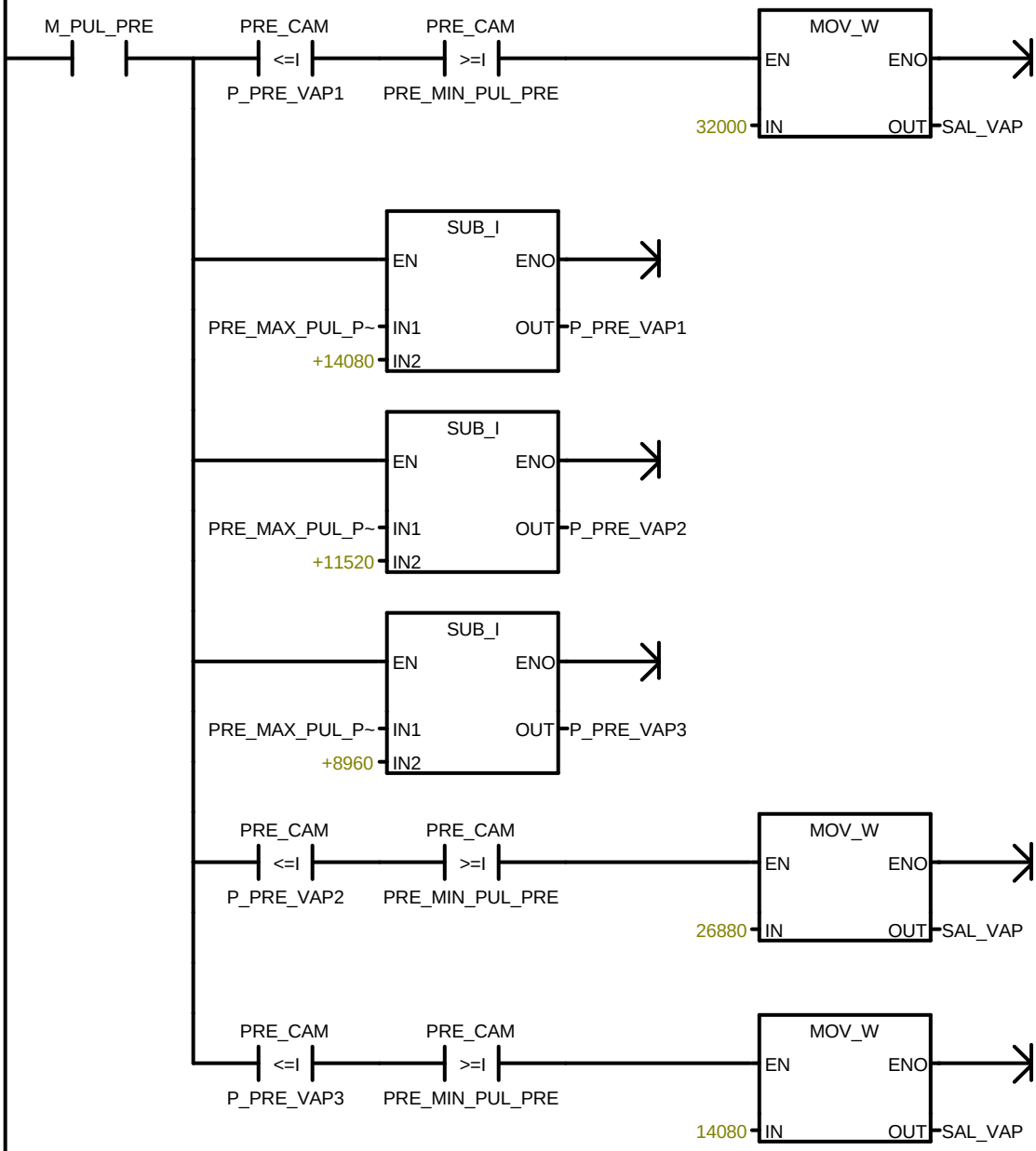
PASAR A PULSOS EN PRESIÓN



Símbolo	Dirección	Comentario
ET_6	M1.5	ETAPA 6
M_PUL_PRE	M4.2	MARCA DE PULSOS DE PRESIÓN
PRE_CAM	AIW6	PRESIÓN CÁMARA
PRE_MAX_PUL	VW108	PRESIÓN MÁXIMA PULSOS EN VÁCIO

Network 38

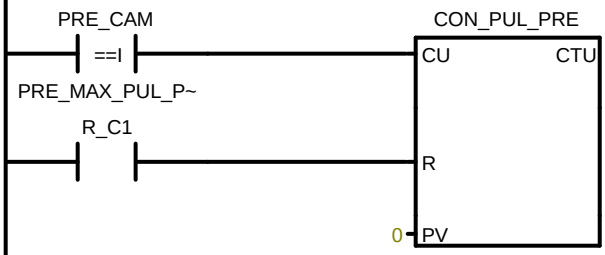
PULSOS EN PRESIÓN



Símbolo	Dirección	Comentario
M_PUL_PRE	M4.2	MARCA DE PULSOS DE PRESIÓN
P_PRE_VAP1	VW150	PULSOS PRESIÓN VAPOR 1
P_PRE_VAP2	VW152	PULSOS PRESIÓN VAPOR 2
P_PRE_VAP3	VW154	PULSOS PRESIÓN VAPOR 3
PRE_CAM	AIW6	PRESIÓN CÁMARA
PRE_MAX_PUL_PRE	VW114	PRESIÓN MÁXIMA DE PULSOS EN PRESIÓN
PRE_MIN_PUL_PRE	VW112	PRESIÓN MINIMA PULSOS EN PRESIÓN
SAL_VAP	AQW0	SÁLIDA VÁPOR VÁLVULA MODULANTE

Network 39

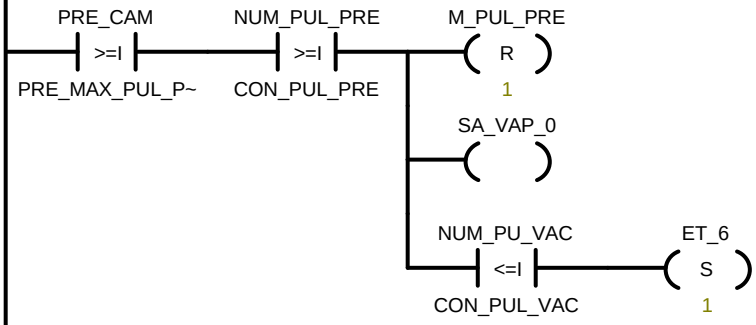
CONTADOR PULSOS PRESIÓN



Símbolo	Dirección	Comentario
CON_PUL_PRE	C1	CONTADOR PULSOS EN PRESIÓN
PRE_CAM	AIW6	PRESIÓN CÁMARA
PRE_MAX_PUL_PRE	VW114	PRESIÓN MÁXIMA DE PULSOS EN PRESIÓN
R_C1	M4.5	RESET C1

Network 40

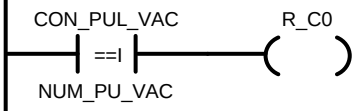
VUELTA A PULSOS EN VÁCIO



Símbolo	Dirección	Comentario
CON_PUL_PRE	C1	CONTADOR PULSOS EN PRESIÓN
CON_PUL_VAC	C0	CONTADOR DE PULSOS EN VÁCIO
ET_6	M1.5	ETAPA 6
M_PUL_PRE	M4.2	MARCA DE PULSOS DE PRESIÓN
NUM_PU_VAC	VW104	NÚMERO DE PULSOS EN VÁCIO
NUM_PUL_PRE	VW110	NÚMERO DE PULSOS EN PRESIÓN
PRE_CAM	AIW6	PRESIÓN CÁMARA
PRE_MAX_PUL_PRE	VW114	PRESIÓN MÁXIMA DE PULSOS EN PRESIÓN
SA_VAP_0	M4.1	PONER SALIDA VAPOR A CERO

Network 41

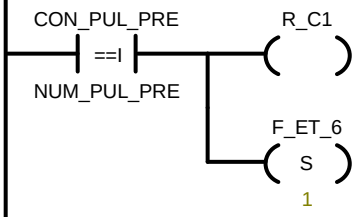
FINAL DE PULSOS VACIO



Símbolo	Dirección	Comentario
CON_PUL_VAC	C0	CONTADOR DE PULSOS EN VÁCIO
NUM_PU_VAC	VW104	NÚMERO DE PULSOS EN VÁCIO
R_C0	M4.4	RESET C0

Network 42

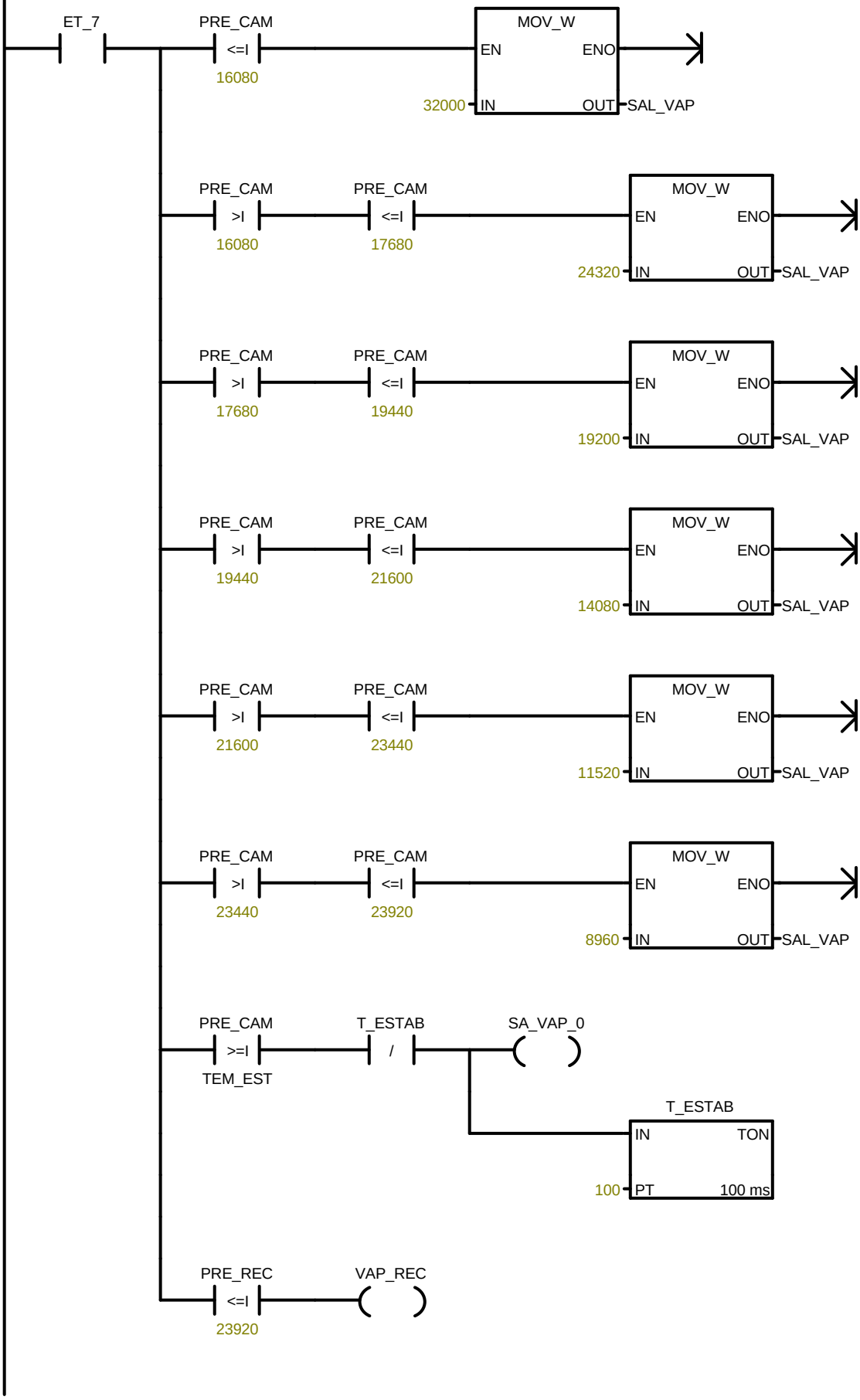
FINAL DE PULSOS PRESIÓN



Símbolo	Dirección	Comentario
CON_PUL_PRE	C1	CONTADOR PULSOS EN PRESIÓN
F_ET_6	M1.6	FIN ETAPA 6
NUM_PUL_PRE	VW110	NÚMERO DE PULSOS EN PRESIÓN
R_C1	M4.5	RESET C1

Network 43

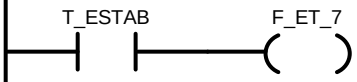
CALENTAMIENTO



Símbolo	Dirección	Comentario
ET_7	M1.7	ETAPA 7
PRE_CAM	AIW6	PRESIÓN CÁMARA
PRE_REC	AIW4	PRESÓN RECÁMARA
SA_VAP_0	M4.1	PONER SALIDA VAPOR A CERO
SAL_VAP	AQW0	SÁLIDA VÁPOR VÁLVULA MODULANTE
T_ESTAB	T134	TEMPORIZADOR DE ESTABILIZACION
TEM_EST	VW118	TEMPERATURA DE ESTERILIZACIÓN
VAP_REC	Q0.0	VAPOR RECÁMARA

Network 44

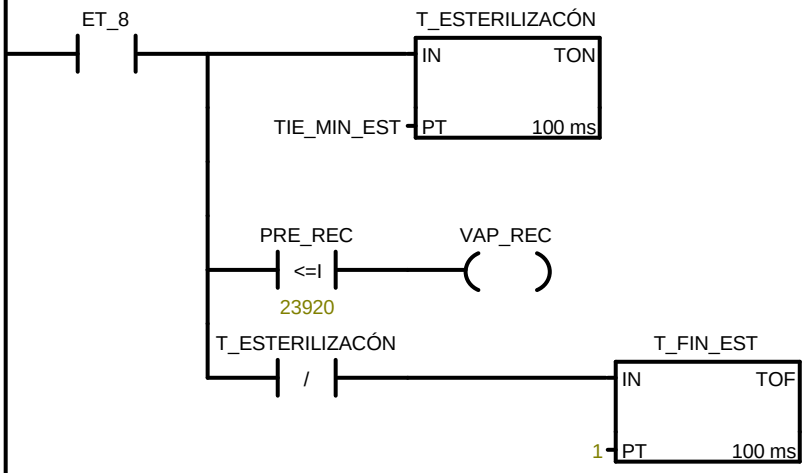
FINAL DE CALENTAMIENTO



Símbolo	Dirección	Comentario
F_ET_7	M2.0	FIN ETAPA 7
T_ESTAB	T134	TEMPORIZADOR DE ESTABILIZACION

Network 45

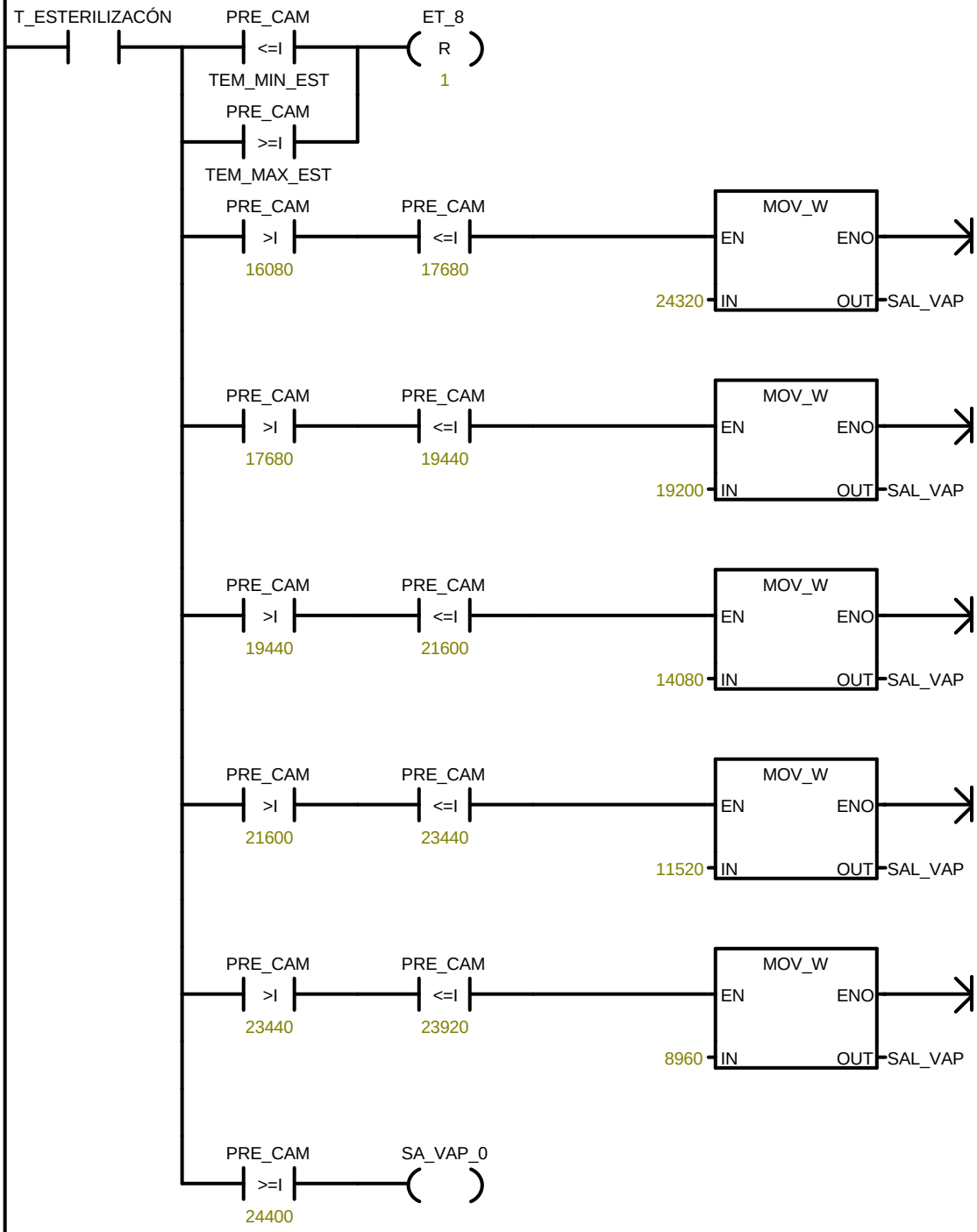
Esterilización



Símbolo	Dirección	Comentario
ET_8	M2.1	ETAPA 8
PRE_REC	AIW4	PRESÓN RECÁMARA
T_ESTERILIZACÓN	T135	TIEMPO DE ESTERILIZACIÓN
T_FIN_EST	T38	FINAL DE ESTERILIZACIÓN
TIE_MIN_EST	VW122	TIEMPO MINIMO DE ESTERILIZACIÓN
VAP_REC	Q0.0	VAPOR RECÁMARA

Network 46

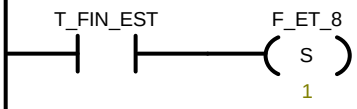
MANTENER PRESIÓN DE ESTERILIZACIÓN



Símbolo	Dirección	Comentario
ET_8	M2.1	ETAPA 8
PRE_CAM	AIW6	PRESIÓN CÁMARA
SA_VAP_0	M4.1	PONER SALIDA VAPOR A CERO
SAL_VAP	AQW0	SÁLIDA VÁPOR VÁLVULA MODULANTE
T_ESTERILIZACÓN	T135	TIEMPO DE ESTERILIZACIÓN
TEM_MAX_EST	VW120	TEMPERATURA MÁXIMA DE ESTERILIZACIÓN
TEM_MIN_EST	VW116	TEMPERATURA MIN DE ESTERILIZACIÓN

Network 47

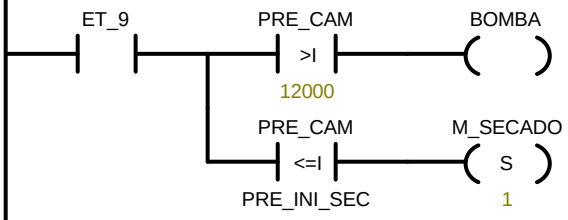
FINAL ESTERILIZACIÓN



Símbolo	Dirección	Comentario
F_ET_8	M2.2	FIN ETAPA 8
T_FIN_EST	T38	FINAL DE ESTERILIZACIÓN

Network 48

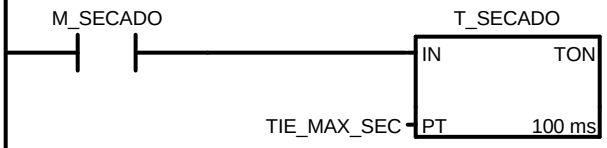
SECADO



Símbolo	Dirección	Comentario
BOMBA	Q0.3	BOMBA DE VACÍO
ET_9	M2.3	ETAPA 9
M_SECADO	M4.6	MARCA SECADO
PRE_CAM	AIW6	PRESIÓN CÁMARA
PRE_INI_SEC	VW128	PRESIÓN INICIO DE SECADO

Network 49

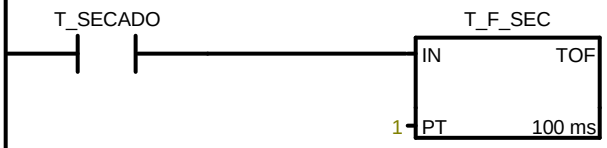
TEMPORIZACIÓN SECADO



Símbolo	Dirección	Comentario
M_SECADO	M4.6	MARCA SECADO
T_SECADO	T136	TIEMPOM DE SECADO
TIE_MAX_SEC	VW126	TIEMPO MÁXIMO DE SECADO

Network 50

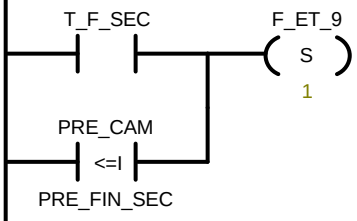
FIN SECADO



Símbolo	Dirección	Comentario
T_F_SEC	T39	T FIN DE SECADO
T_SECADO	T136	TIEMPOM DE SECADO

Network 51

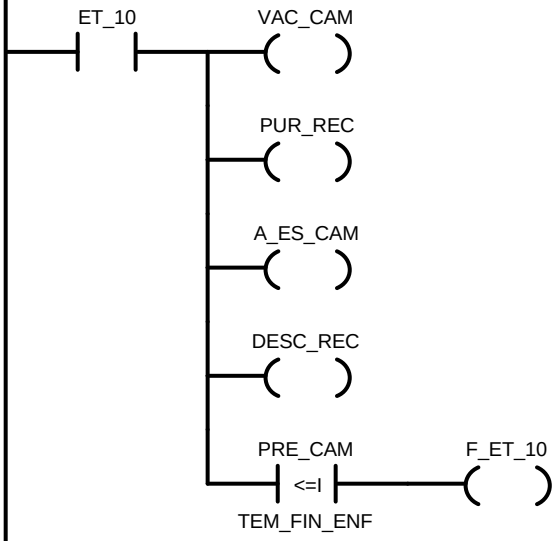
QFIN SECADO



Símbolo	Dirección	Comentario
F_ET_9	M2.4	FIN ETAPA 9
PRE_CAM	AIW6	PRESIÓN CÁMARA
PRE_FIN_SEC	VW130	PRESIÓN FINAL DE SECADO
T_F_SEC	T39	T FIN DE SECADO

Network 52

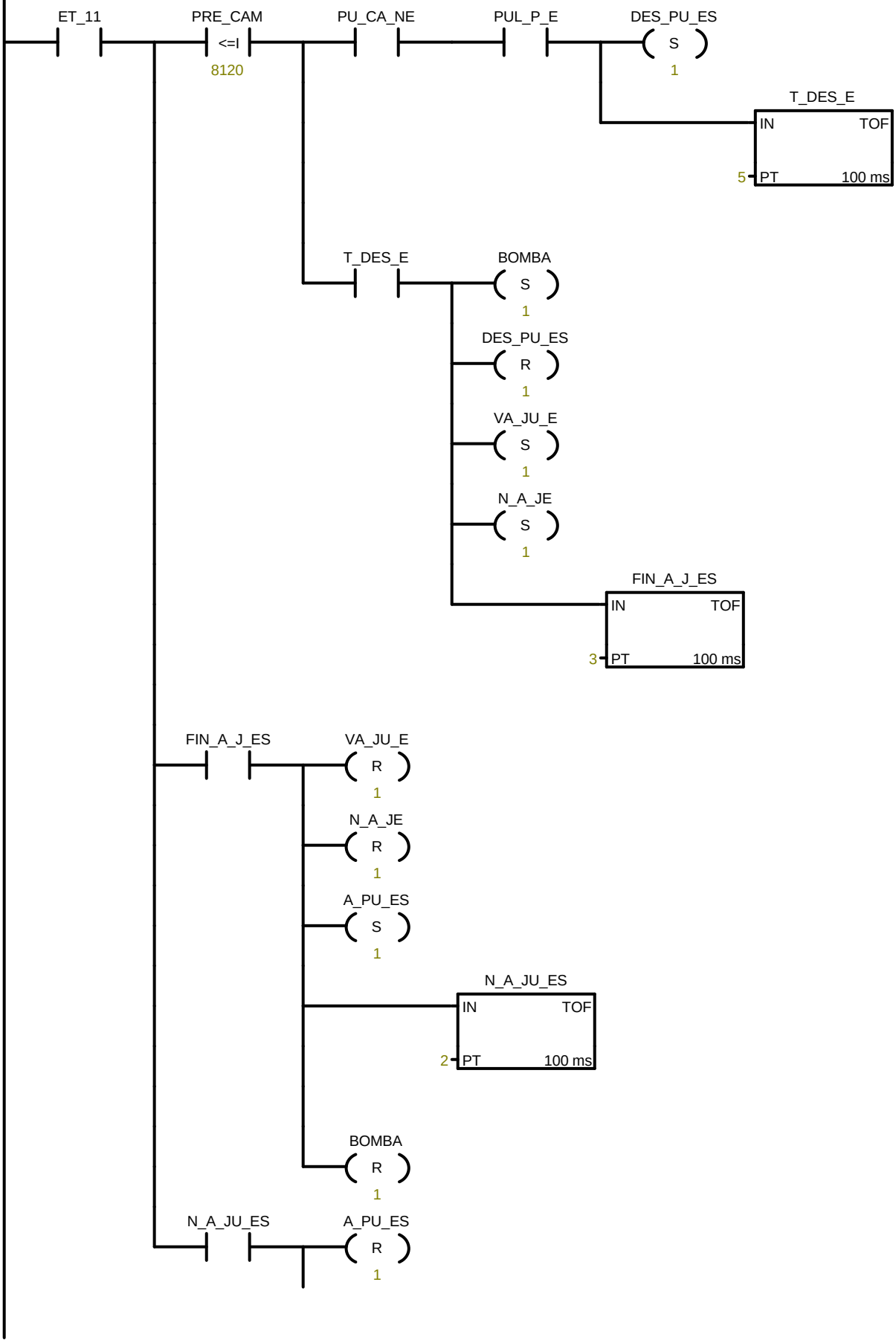
ENFRIAMIENTO

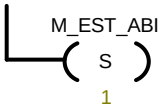


Símbolo	Dirección	Comentario
A_ES_CAM	Q0.4	AIRE ESTERIL CÁMARA
DESC_REC	Q0.6	DESCOMPRESIÓN RECÁMARA
ET_10	M2.5	ETAPA 10
F_ET_10	M2.6	FIN ETAPA 10
PRE_CAM	AIW6	PRESIÓN CÁMARA
PUR_REC	Q0.2	PURGA RECÁMAR
TEM_FIN_ENF	VW132	TEMPERATURA FINAL ENFRIAMIENTO
VAC_CAM	Q0.1	VÁCIO CÁMARA

Network 53

FIN DE CICLO

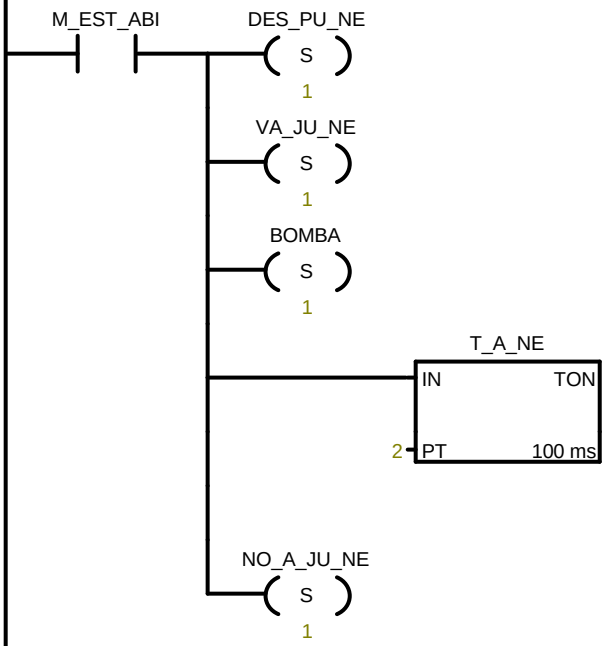




Símbolo	Dirección	Comentario
A_PU_ES	Q1.1	ABRE PUERTA ESTERIL
BOMBA	Q0.3	BOMBA DE VACÍO
DES_PU_ES	Q1.4	DESBLOQUEO PUERTA ESTERIL
ET_11	M2.7	ETAPA 11
FIN_A_J_ES	T42	FIN AIRE JUNTA ESTERIL
M_EST_ABI	M4.7	PUERTA ESTRIL ABIERTA
N_A_JE	Q4.7	NO AIRE JUNT ESTERIL
N_A_JU_ES	T41	NO AIR JUNT ESTERIL
PRE_CAM	AIW6	PRESIÓN CÁMARA
PU_CA_NE	V30.4	PUERTA DE CARGA NO ESTERIL
PUL_P_E	I0.3	PULSADOR PUERTA ESTERIL
T_DES_E	T40	TIEMPO DESBLOQUEO PUERTA ESTERIL
VA_JU_E	Q1.7	VACIO JUNTA ESTERIL

Network 54

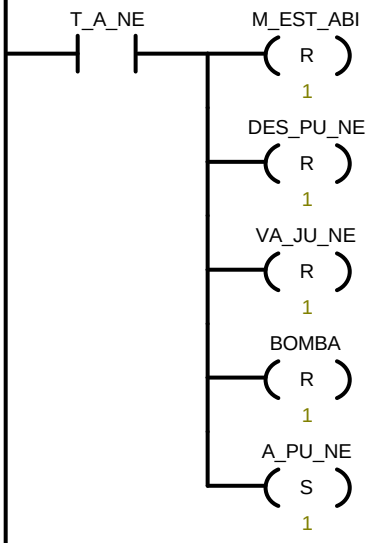
CUN PUERTA ESTERIL YA ABIERTA



Símbolo	Dirección	Comentario
BOMBA	Q0.3	BOMBA DE VACÍO
DES_PU_NE	Q1.3	DESBLOQUEO PUERTA NO ESTERIL
M_EST_ABI	M4.7	PUERTA ESTRIL ABIERTA
NO_A_JU_NE	Q4.6	NO AIRE JUNTA NO ESTERIL
T_A_NE	T43	TIEMPO AIR NO ESTERIL
VA_JU_NE	Q1.6	VACIO JUNTA NO ESTERIL

Network 55

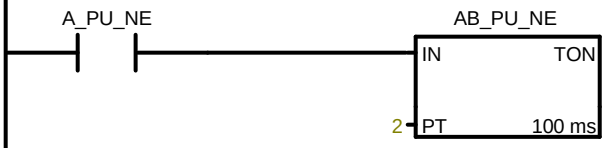
FIN AIRE NO ESTERIL



Símbolo	Dirección	Comentario
A_PU_NE	Q0.7	ABRE PUERTA NO ESTERIL
BOMBA	Q0.3	BOMBA DE VACÍO
DES_PU_NE	Q1.3	DESBLOQUEO PUERTA NO ESTERIL
M_EST_ABI	M4.7	PUERTA ESTRIL ABIERTA
T_A_NE	T43	TIEMPO AIR NO ESTERIL
VA_JU_NE	Q1.6	VACIO JUNTA NO ESTERIL

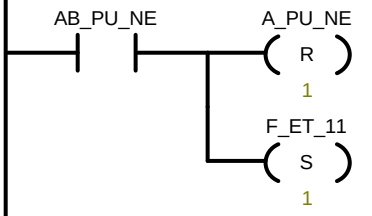
Network 56

ABRE PUERTA NE



Símbolo	Dirección	Comentario
A_PU_NE	Q0.7	ABRE PUERTA NO ESTERIL
AB_PU_NE	T44	ABRE PUERTA NO ESTRIL

Network 57



Símbolo	Dirección	Comentario
A_PU_NE	Q0.7	ABRE PUERTA NO ESTERIL
AB_PU_NE	T44	ABRE PUERTA NO ESTRIL
F_ET_11	M3.1	FIN ETAPA 11

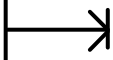
Bloque:	SBR_0	
Autor:		
Fecha de creación:	11.12.2008	9:41:28
Fecha de modificación:	11.12.2008	9:41:28

Símbolo	Tipo var.	Tipo de datos	Comentario
EN	IN	BOOL	
	IN		
	IN_OUT		
	OUT		
	TEMP		

COMENTARIOS DE LA SUBRUTINA

Network 1 Título de segmento

Comentario de segmento



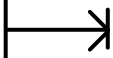
Bloque:	INT_0	
Autor:		
Fecha de creación:	11.12.2008	9:41:28
Fecha de modificación:	11.12.2008	9:41:28

Símbolo	Tipo var.	Tipo de datos	Comentario
	TEMP		
	TEMP		
	TEMP		
	TEMP		

COMENTARIOS DE LA RUTINA DE INTERRUPCIÓN

Network 1 Título de segmento

Comentario de segmento



ANEXO V

Presupuesto

CANTIDAD	DENOMINACIÓN MATERIAL	UNITARIO	TOTAL
	Material cuadros		
1	GUARDAMOTOR 6-10A TELEMECANIQUE GV2 ME14	27,99	27,99
1	CONTACTOR TRIPOLAR 9A AC-3 BOBINA 24V DC BAJO CONSUMO TELEMECANIQUE LC1 D09BL	21,15	21,15
1	CAMARA AUXILIAR GUARDAMOTOR 1NO+1NC TELEMECANIQUE GVAE11	4,2433	4,2433
1	MAGNETOTERMICO II 2A CURVA C HAGER MC 202	27,5	27,5
5	MAGNETOTERMICO II 6A CURVA C HAGER MC 206	16,375	81,875
1	TRANSFORMADOR 230/400/460V->115/230 V 250 VA POLILUX PD 250	34,67	34,67
1	FUENTE DE ALIMENTACION 120-230VAC 24VDC 2,5 A SIEMENS 6EP1332 1SH42	64,66	64,66
1	CPU 226 - 24 INPUT/16 OUTPUT 16KB ALIMENTACION 220 V AC SIEMENS S7-216-2BD23-0XB0	474,91	474,91
1	PILA BC 291 PARA RESPALDO DE 200 DIAS EN CPU S7 200 SIEMENS 6ES7 291-8BA20-0XA0	24,48	24,48
1	MODULO 16 INPUT/16 OUTPUT RELE SIEMENS S7-223-1PL22-0XA0	243,98	243,98
1	MODULO 8 OUTPUT RELE SIEMENS S7-222-1HF22-0XA0	89,76	89,76
1	MODULO 4 ANALOG INPUT/1 ANALOG OUTPUT SIEMENS S7-235-0KD22-0XA0	192,575	192,575
3	RELE ENCHUFABLE 4 CONTACTOS BOBINA 24 VDC TELEMECANIQUE RXN 41G12BD	4,96	14,88
3	BASE RELE ENCHUFABLE 4 CONTACTOS TELEMECANIQUE RXZ 7G	2,27	6,81
42	BORNA PORTAFUSIBLE 6 mm² WEIDMULLER 101100 WSI 6	1,833	76,986
42	FUSIBLE CRISTAL Ø 5 X 20 2A	0,063	2,646
2	BORNA TIERRA 6 mm² WEIDMULLER 101020 WPE 6	1,7224	3,4448
3	BORNA EMPALME 2,5 mm² WEIDMULLER 102000 WDU 2,5	0,3175	0,9525
4	BORNA EMPALME 6 mm² WEIDMULLER 102020 WDU 6	0,3734	1,4936
34	BORNA EMPALME DOBLE 2,5 mm² CONTACTO COMUN WEIDMULLER 104110 WDK 2,5 PUENTES CEPO	1,708	58,072
2	BORNA TIERRA 2,5 mm² WEIDMULLER 101000 WPE 2,5	1,7024	3,4048
1	TAPA LATERAL BORNA WDU 2,5/10 WEIDMULLER 105000 WAP 2,5-10	0,2742	0,2742
1	PUENTE MONTADO 50 POLOS PARA BORNAS WDU/K 2,5 WEIDMULLER 169389 ZQV 50 PLS	8,842	8,842
	Material armarios		
1	VENTILADOR 120 X 120 X 38 MM 220V LOTEC A12B23HTS	5,78	5,78
1	REJILLA PROTEGEDEDOS DE PLASTICO NEGRO 120 X 120 MM LOTEC	0,98	0,98
1	INTERRUPTOR PANEL SEGURIDAD 40A GAVE AB5534100	42,52	42,52
1	BASE ENCHUFE SEMI-EMPOTRABLE SCHUKO AZUL 16A 2P+T GAVE 10003	3,12	3,12
1	ARMARIO CON PLACA DE MONTAJE 800 X 600 X 250 RITTAL AE 1058,500	128,5	128,5
	Material instalación		
2	CABEZA PARA PULSADOR DE SETA CON ENCLAVAMIENTO Ø40 TELEMECANIQUE ZB4 BS54	9,42	18,84
2	CUERPO COMPLETO PARA PULSADORES 2 NC TELEMECANIQUE ZB4 BZ104	4,1467	8,2934
1	INDICADOR DIGITAL DE TEMPERATURA 24 X 48 CALIBRADO 0/150ºC FEMA L 35/A	79,9125	79,9125
1	REGISTRADOR 144 X 144 3 CANALES PAPEL PLEGABLE 220 V AC FRONTAL BLANCO EUROTHERM 4103/M	1293,4	1293,4
1	CERTIFICADO DE CALIBRACION REGISTRADOR 3 CANALES EUROTHERM 4103M	25	25
2	DETECTOR FOTOELECTRICO REFLEX 24...240V TELEMECANIQUE XUL M06031	42,955	85,91
2	REFLECTOR 24 X 21 TELEMECANIQUE XUZ C24	3,09	6,18
2	FINAL DE CARRERA TELEMECANIQUE XCK M110 H29 (METRICO 20)	13,26	26,52
6	PRESOSTATO 0,3/3,4 BAR ROSCA 1/4" CONECTOR DIN 43650A UNITED ELECTRIC 10-15803	57,9	347,4
6	CONECTOR HEMBRA 4 POLOS DIN 43650A REXROTH 8941012412	2,34	14,04
1	TERMOSTATO 0/90℃ VAINA ½" 100 MM CON CAJA PLASTICO ORKL I SERIE TC2 542588	9,815	9,815
2	TRANSDUCTOR DE PRESION 0/4 BAR A. CLAMP 1½" 200℃ SAL IDA 4/20 mA LABOM CC6020-B1056-H1-T110-DL3200-A40	365	730
2	SONDA PT100 CLASE A Ø 6 X 100 CLAMP 1½" + CONVERTIDOR 4-20 MA RANGO 0/150℃ WIKA TRS-401+T24 WE 10102	99	198
1	SONDA PT100 CLASE A Ø 6 X 100 CLAMP 1½" SALIDA 3 HILOS WIKA TRS-401 WE 10908	68	68
4	PRENSASTOPAS METALICO PARA TUBO INTERFLEX M-63 JUDODIX	14,08	56,32
4	TUERCA METALICA M-63	1,7288	6,9152
5	CONECTOR HEMBRA 2 PINS MARUSHIN	1	5
5	CONECTOR MACHO 2 PINS MARUSHIN	1,95	9,75
2	CONECTOR HEMBRA 3 PINS MARUSHIN	1,022	2,044
2	CONECTOR MACHO 3 PINS MARUSHIN	2,03	4,06
1	CONECTOR HEMBRA AEREA CON TOMA DE MASA CN 225	1,22	1,22
	TOTAL		4643