

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

La Central de Generación Termo-Eléctrica Guangopolo “Termopichincha” está ubicada al Sur-Este de la ciudad de Quito, la misma que posee instalada una planta de generación termoeléctrica de 31.2 MW, con 6 motores de combustión interna de marca MITSUBISHI y un generador de 5.2 MW acoplado a cada máquina respectivamente. En este tipo de industria se usa diesel o combustible pesado (Bunker) para la generación de energía, los cuales por su alto contenido de impurezas especialmente en el combustible pesado producen partículas sólidas que son depositadas en el aceite lubricante al momento que éste pasa por el interior del motor. Estas partículas se van acumulando en el aceite a medida que este recircula en el interior de la máquina, el cual es impulsado por medio de bombas que succionan el lubricante desde un tanque de 9500 litros al motor y viceversa. En consecuencia, para eliminar dichos residuos sólidos del aceite lubricante de manera continua se dispone de 6 máquinas purificadoras centrífugas de aceite, cada una sirviendo a un motor respectivamente, que absorben aceite desde en el nivel inferior del tanque de 9500 litros, lo purifica y luego lo deposita nuevamente en la parte superior del mismo tanque, lugar de donde es absorbido el aceite para la lubricación de la máquina.

1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El sistema de purificación de aceite lubricante instalado en cada uno de los seis motores de la Central Térmica Guangopolo es operado de forma manual cada cierto intervalo de tiempo por una persona encargada de realizar una

descarga total de los residuos depositados en el interior de la purificadora, ya que ésta los extrae mediante centrifugación y se van depositando dentro de la misma mientras son eliminados del aceite lubricante y así lo mantiene libre de partículas sólidas con lo cual se asegura una operación adecuada de los motores diesel/bunker. En este procedimiento repetitivo, la habilidad del operador juega un papel importante para el proceso de descarga de los residuos y la puesta nuevamente en operación del sistema de purificación. En el proceso se manipula una válvula de cuatro posiciones la cual contiene en su interior un diseño mecánico especial que deja circular agua de control al interior de la purificadora y su secuencia se realiza en base de la operación deseada, ya sea para la secuencia de descarga de lodos o la puesta en operación para de la máquina y efectúe su tarea como purificadora. Además de esta válvula se dispone de otras dos, la una sirve para impedir el flujo de aceite hacia la máquina mientras se realiza operaciones de descarga de lodos o permitir el paso del lubricante al interior del purificador en el momento de la operación de separación, y la otra válvula para realizar un llenado de agua a la máquina purificadora en el proceso de descarga de residuos. La secuencia de esas válvulas debe ser correcta y eficaz en su posicionamiento por parte del operador para la operación adecuada de la máquina purificadora o sino conlleva al funcionamiento inadecuado del sistema. Una vez puesto en marcha el proceso de purificación el operador deja la máquina y regresa de forma continua cada cierto lapso de tiempo para la operación de descarga y reoperación, pero en ese periodo se descuida el monitoreo de la máquina y se descuida verificar la temperatura del aceite que ingresa a la purificadora, que es una variable importante para que el proceso de separación de residuos del aceite sea correcto, pero lo mas importante es que la maquina esta sujeta a fallos y puede descargar aceite sin purificar como residuo y no cumplir el proceso lo cual provoca el desperdicio inadecuado del lubricante y pérdidas económicas por falta de monitoreo continuo de variables en el proceso. Adicionalmente, otra variable importante que muchas veces se ha descuidado en el sistema de operación que se ha llevado en la actualidad es el monitoreo de la velocidad angular de la centrífuga, la misma que debe estar dentro de una rango determinado para el adecuado proceso de separación.

En la actualidad, las máquinas purificadoras con nueva tecnología mantienen el mismo principio físico en cuanto a la purificación del aceite lubricante, pero traen consigo un sistema de control automático para la operación de las válvulas que intervienen en el funcionamiento del sistema lo que ha impedido fallos por mala operación de la máquina o por falta de monitoreo de variables del proceso. Con este criterio la implementación del sistema controlador busca eliminar estos problemas comunes que enfrenta la operación de la máquina y brindar un sistema confiable para que el proceso se lleve a cabo sin la necesidad de un operador que supervise continuamente la máquina lo cual ahorra mano de obra y fallos sin detección en el proceso.

1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

1.3.1 Justificación

Debido a que en muchos procesos de hoy en día se busca el funcionamiento óptimo de sistemas dinámicos y liberar a las personas de procesos repetitivos, la implementación de un sistema controlador con altos niveles de confiabilidad y eficiencia para un proceso se ha hecho de vital importancia para garantizar el éxito y cumplimiento de los mismos. Refiriéndose, a la industria termo-energética donde se usa motores que queman diesel o combustible pesado (bunker), el uso de purificadoras de aceite se hace indispensable, las cuales deben trabajar bajo condiciones extremas y por tiempos prolongados. Por lo que estas purificadoras deben poseer un sistema de control continuo para un correcto funcionamiento de las mismas, y así proveer aceite con un mínimo de impurezas al motor y con esto permitir un tiempo prolongado de servicio de las máquinas correctamente lubricadas con aceite libre de partículas no deseadas. Adicionalmente, debido a que se necesita garantizar un alto grado de operación del proceso, la modernización del sistema de control de estos equipos lleva a una operación segura del proceso de purificación y manejo de tiempo entre los ciclos de descarga de los desechos acumulados en el interior de la máquina purificadora originados por el aceite lubricante sucio lleno de partículas de carbón producidos al momento de la combustión especialmente del combustible pesado.

Por otro lado, debido a que el sistema de control en la actualidad se lo realiza manualmente y que para mejorar el proceso de purificación los fabricantes tanto del aceite como de las máquinas purificadoras sugieren que se debe controlar y monitorear continuamente variables importantes tales como: temperatura del aceite y velocidad de la centrífuga, el sistema de control automático es aquel que se encargará de realizar esta tarea de forma permanente. Adicionalmente, controlar automáticamente y continuamente los dispositivos y variables que intervienen en el proceso de purificación, tales como válvulas de control, tiempo entre descargas de residuos, pérdidas de aceite innecesarias por ruptura de sello hidráulico, velocidad angular de la centrifugas de las purificadoras, alarmas de fallas, temperatura, etc, harán que el proceso sea mas funcional y dinámico lo cual permitirá tener una mejor calidad de aceite purificado para el uso en el motor, con un sistema de control que ayude a evitar desperdicios innecesarios de aceite por falta de supervisión de un operador.

1.3.2 Importancia

Con la implementación de este Sistema de Control se busca liberar al operador de la manipulación repetitiva de la máquina en un ambiente difícil (existencia de ruido), dándole opciones para el control local automático cíclico, información del proceso, alarmas, fallas, etc. para así conseguir mejores resultados en la operación, evitando así también manipulaciones erróneas, por equivocaciones en el procedimiento de operación de la máquina lo que provoca pérdidas innecesarias de aceite lubricante. Por otro lado, debido a que estas máquinas contribuyen al correcto funcionamiento de los generadores termoeléctricos, y debido a que la demanda de energía eléctrica se ha venido incrementando en los últimos tiempos, muchas de las ocasiones se necesita generar energía por lapsos ininterrumpidos de tiempo, lo que para el efecto se necesita que estas máquinas purificadoras se encuentren en constante funcionamiento. El sistema controlador a implementarse proporcionaría un sistema que se ajuste a estas condiciones evitando que el operador se encuentre constantemente tratando con el proceso, evitando así posibles problemas debido a un descuido de operación del sistema. Cabe recalcar que el sistema de control

de esta máquina purificadora también será proyectado para que sea monitoreado desde el sistema Scada de la central térmica Guangopolo. Además, el diseño e implementación del sistema controlador en una de las máquinas purificadoras permitirá la evaluación de un prototipo que a futuro servirá como base para la automatización de las cinco purificadoras restantes.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

- Diseñar e Implementar un Sistema de Control Automático para la Máquina Purificadora de Aceite WSK KRAKOW DE LAVAL, TIPO MPAX 207 - 24S de la Central Térmica GUANGOPOLO – TERMOPICHINCHA.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Estudiar el proceso de purificación por centrifugación de aceite lubricante usado en la industria termo-energética.
- Analizar el proceso de purificación y las variables a controlar para que el proceso sea eficiente.
- Diseñar la lógica de control que gobernará el proceso de purificación.
- Realizar la ingeniería básica y de detalle para el sistema de control automático de la máquina purificadora.
- Programar el controlador y la interfase HMI del proceso.
- Instalar e Integrar el sistema controlador con los actuadores e instrumentación del sistema.
- Poner en marcha el sistema y realizar pruebas de campo para verificar el funcionamiento correcto del proceso.
- Documentar apropiadamente el proyecto.

CAPITULO II

MÁQUINAS PURIFICADORAS

2.1 MÉTODOS DE PURIFICACIÓN DE ACEITE¹

Los procesos industriales comprenden múltiples actividades propias de cada rama particular y deben entenderse como sistemas complejos de procesos, que al operar utilizan innumerables materias primas y generan una gran variedad de residuos.

En las máquinas purificadoras de aceite el objeto de la separación es ya sea eliminar de un líquido partículas de cualquier especie o bien separar dos líquidos el uno del otro cuando se encuentran en la forma de una mezcla.

Cualquier proceso de transformación, separación o purificación puede ser dividido en lo que la ingeniería denomina operaciones unitarias. Las principales operaciones y procesos unitarios son:

2.1.1 Operaciones y procesos unitarios

Adsorción

Es una operación de transferencia de masa. Comprende el contacto de líquidos o gases con sólidos donde hay una separación de componentes de una mezcla líquida o gaseosa por adherencia a la superficie del sólido

¹ Libro de Instrucciones, Separadora Alfa Laval, tipo MPAX 207S – 20, 1970.

Los equipos empleados en operaciones continuas son las torres empacadas o con lecho fijo, en donde ocurre el contacto de la mezcla de líquidos con el adsorbente en el lecho, a través de mallas que impiden el paso de partículas del sólido adsorbente.

Los residuos en esta operación se encuentran generalmente en el fondo de los tanques como lodos de adsorbente gastado y contaminado.

Extracción

Hay dos tipos de extracción: la extracción líquido-sólido y la extracción líquido-líquido, las dos son muy usadas en casi todas las industrias.

La extracción sólido-líquido consiste en tratar un sólido que está formado por dos o más sustancias con disolvente que disuelve preferentemente uno de los dos sólidos, que recibe el nombre de soluto. La operación recibe también el nombre de lixiviación, nombre más empleado al disolver y extraer sustancias inorgánicas en la industria minera. Otro nombre empleado es el de percolación, en este caso, la extracción se hace con disolvente caliente o a su punto de ebullición. La extracción sólido-líquido puede ser una operación a régimen permanente o intermitente, según los volúmenes que se manejen.

Se emplea para extraer minerales solubles en la industria minera, también en la industria alimenticia, farmacéutica y en la industria de esencias y perfumes. Los equipos utilizados reciben el nombre de extractores, lixivadores, o percoladores. Los residuos en esta operación son los lodos acumulados en el fondo del extractor que contienen sólidos y disolventes.

La extracción líquido-líquido, consiste en poner una mezcla líquida en contacto con un segundo líquido miscible, que selectivamente extrae uno o más de los componentes de la mezcla. Se emplea en la refinación de aceites

lubricantes y de disolventes, en la extracción de productos que contienen azufre y en la obtención de ceras parafínicas.

El líquido que se emplea para extraer parte de la mezcla debe ser insoluble para los componentes primordiales. Después de poner en contacto el disolvente y la mezcla se obtienen dos fases líquidas que reciben los nombres de extracto y refinado.

Los lodos y líquidos residuales acumulados en el fondo del decantador o de la torre son los residuos del proceso.

Filtración

Filtración es la separación de sólidos de un líquido y se efectúa haciendo pasar el líquido a través de un medio poroso. Los sólidos quedan detenidos en la superficie del medio filtrante en forma de torta. El medio filtrante deberá seleccionarse en primer término por su capacidad para retener los sólidos sin obstrucción y sin derrame de partículas al iniciar la filtración.

Los residuos generados por esta operación unitaria dependen del producto deseado; así, se generan sólidos o líquidos residuales.

Sedimentación

La sedimentación implica el asentamiento por gravedad de las partículas sólidas suspendidas en un líquido. Puede dividirse en dos clases: sedimentación de materiales arenosos y sedimentación de limos.

Por lo general, el término sedimentación supone la eliminación de la mayor parte del líquido o el agua del limo después del asentamiento de éste. Así mismo, dependiendo del proceso que se esté llevando a cabo y del producto deseado se

generarán sólidos residuales como son los sedimentos o líquidos residuales en el caso que el sedimento sea primordial en el proceso.

Decantación

La decantación es una operación para separar líquidos de diferentes densidades, el proceso se lleva a cabo cuando los líquidos a separar reposan un lapso de tiempo para que se formen las dos fases; cuando se logra esto se abren las válvulas del decantador para separar el líquido más denso y el ligero. Los residuos se generan cuando se da mantenimiento al equipo, así como cuando uno de los dos líquidos se desecha por no ser primordial en el proceso junto con sólidos suspendidos que sedimentan como lodos en el fondo del equipo al paso del tiempo.

Centrifugación

La centrifugación es la operación por la cual se utiliza la fuerza centrífuga para separar los líquidos de los sólidos. También puede aplicarse para efectuar la separación de líquidos inmiscibles.

La operación se efectúa en equipos llamados centrífugas, las cuales por ser muy semejantes a los filtros, generan los mismos residuos que, dependiendo del constituyente deseado, pueden ser sólidos o líquidos residuales.

2.1.2 Definiciones involucradas en los procesos de purificación de aceite

Caudal

Por ello se entiende la cantidad de líquido alimentada por unidad de tiempo. El caudal se indica en m^3/h o l/h .

Capacidad de recepción

Por ello se entiende la cantidad de líquido máxima que la bola de la purificadora puede recibir expresada en m^3/h o l/h .

Clarificación

Una separación de líquido/fango, donde se emplea la máquina para eliminar de un líquido partículas, en general sólidas, de peso específico más alto que el del líquido.

Purificación

Una separación de líquido de otro líquido, donde se emplea la máquina para separar dos líquidos insolubles el uno en el otro y de diferentes pesos específicos. Al mismo tiempo, es posible eliminar partículas sólidas, el llamado fango, de peso específico más alto que el de los líquidos.

Concentración

Una separación de líquido de otro líquido, donde se emplea la máquina para separar dos líquidos insolubles el uno en el otro y de diferentes pesos específicos; el líquido pesado constituye la parte principal de la mezcla. Al mismo tiempo, es posible eliminar partículas sólidas de peso específico más alto que el de los líquidos.

Descarga intermitente

Sistema para la descarga de la bola en funcionamiento abriendo y cerrando aberturas en la pared de la bola.

Descarga total

Descarga entera de la bola mientras la alimentación (por regla general) está cerrada.

Descarga parcial

Descarga entera o parcial de la cámara para residuos en la bola pero sin descarga de la bola por lo demás. La alimentación no necesita ser cortada.

Programa combinado

Consta de una combinación de descargas totales y parciales en serie.

2.1.3 Factores que influyen en la separación

Diferencia de peso específico

La fuerza centrífuga influye en todas partículas en proporción a su peso específico. Esta regla se aplica a partículas tanto en el estado sólido como líquido. Cuanto mayor es la diferencia en peso específico, tanto más fácil es la separación.

Tamaño y forma de las partículas

Cuanto mayor es la partícula, tanto más rápido se efectúa la sedimentación. Las partículas a separar no deben ser tan pequeñas que la mezcla se acerca del estado coloidal. La partícula llana y redonda (la gota) es más fácil de separar que la partícula desigual y extendida. Debido a un tratamiento descuidado, a título de ejemplo, en bombas, las partículas pueden partirse teniendo como consecuencia un tamaño reducido y una velocidad de separación empeorada.

Viscosidad

Cuanto más móvil es un líquido, tanto más rápido será el procedimiento de separación y tanto mejor la separación – en otros términos una baja viscosidad mejora el resultado de la separación. Muchas veces se puede reducir la viscosidad mediante calentamiento.

Tiempo en el dominio centrífugo

Si la separación no resulta satisfactoria, hay que reducir el caudal. Un caudal más bajo da normalmente un mejor resultado de separación.

2.2 MÁQUINAS PURIFICADORAS DE ACEITE²

En muchos procesos industriales existe la necesidad de remover partículas sólidas contenidas en líquidos, como es el caso de la purificación de aceite. La tecnología utilizada con mayor frecuencia en este campo es la de decantación centrífuga.

El uso de equipos con la tecnología antes mencionada se encuentra extendido en empresas de alimentos y otros procesos industriales, en barcos para purificar el combustible y los aceites lubricantes, en plataformas de aceite para separar aceite y agua, en industrias manufactureras para limpiar fluidos industriales, y para tratamiento de aguas servidas.

2.2.1 Módulos de sistemas de decantación centrífuga

La tecnología de decantación puede aplicarse a muchos procesos que requieren separar sólidos de líquidos y en muchos casos un sistema de decantación puede ser la solución más efectiva respecto a costos.

²ALFA LAVAL <<http://www.alfalaval.com>>

Sistema Purificador CH30-GOF



Figura 2.1. Separador CH30-GOF de la empresa Alfa Laval

En la figura 2.1. se aprecia un sistema purificador CH-30, el cual emplea un sistema especial de recirculación que proporciona alta eficiencia de separación. Los sólidos pueden recircularse a través de las tuberías al mismo tiempo que está siendo recirculada el agua de limpieza. Este sistema proporciona una gran ayuda, puesto que permite al operador controlar y optimizar el proceso de separación – mediante la determinación de cuánto sobreflujo es removido, cuánto es reciclado atrás del rotor y cuánta agua para limpieza es añadida.

Esto posibilita utilizar tuberías con un gran diámetro, ya que actúan como buffers frente a variaciones externas en la concentración de la sustancia de alimentación inicial del sistema y previene bloqueos. La máquina entonces se vuelve más versátil y puede ser fácilmente adaptada a cambios de procedimiento.

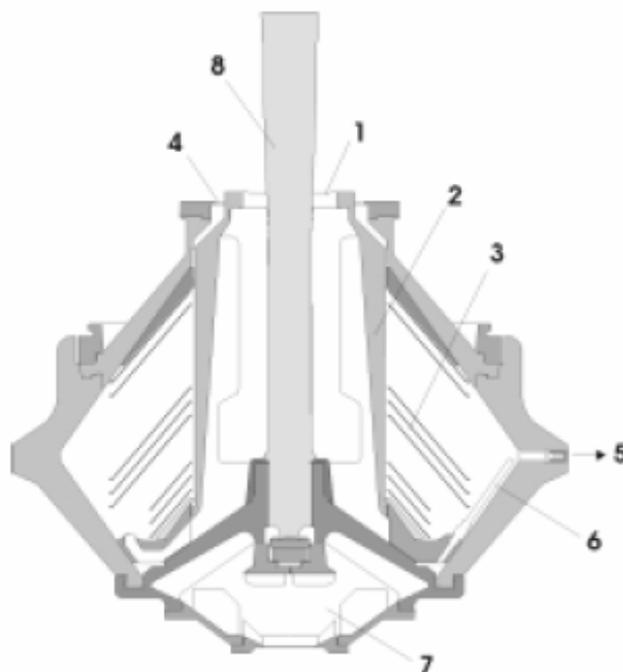


Figura 2.2. Sección transversal típica de un sistema empleado para separar sólidos de líquidos mediante centrifugado.

En la Figura 2.2 se aprecia la sección transversal de un sistema de centrifugado CH30-GOF. La alimentación consistente tanto de líquidos como de sólidos, y es colocada dentro de la cámara de rotación centrífuga desde la parte superior mediante una entrada estacionaria (1). Entonces es acelerada en un distribuidor (2), antes de entrar a la pila de discos (3). El verdadero proceso de separación tiene lugar entre los discos, con la parte líquida moviéndose a través de la pila de discos hacia el orificio del centro de la cámara de centrifugado. Cuando ha alcanzado el orificio del centro, entonces es descargado sobre un anillo (4). Los sólidos que son más pesados, se colectan en la periferia de la cámara de centrifugado, y entonces son descargados continuamente a través de las tuberías (5). Parte de los sólidos concentrados descargados a través de esas tuberías pueden ser recirculados en la periferia de la cámara de centrifugado a través de tubos de recirculación (6), mediante la cámara de recirculación (7). El agua utilizada para liberar solubles y otras impurezas de los sólidos, también puede ser recirculada a la periferia de la misma manera.

La cámara de centrifugado se monta sobre un eje vertical (8), el cual es manejado mediante correas por un motor montado verticalmente.

El CH30-GOF es un separador centrífugo diseñado para descarga continua de sólidos. Se utiliza para la clasificación de sólidos de acuerdo a su tamaño, para lavar minerales sólidos y para la purificación de líquidos que contienen relativamente elevadas concentraciones de sólidos.

El CH30-GOF es extensamente utilizado en la industria del maíz, para procesos que incluyen separación primaria, espesamiento de gluten, etc. Otras aplicaciones comunes incluyen el lavado y concentración de sólidos minerales y químicos en la producción industrial.

Sistema Purificador ALSYS 400

El sistema de decantación centrífuga ALSYS 400 de la empresa Alfa Laval se emplea para purificar aceite en procesos industriales; su eficiencia ha sido probada en el campo, constituyéndose en una solución estandarizada para diferentes requerimientos de separación de aceite y sólidos. Otros sistemas centrífugos también han sido desarrollados para recuperación de proteínas y otras tareas de recuperación de productos. Su forma se aprecia en la Figura 2.3.



Figura 2.3. Sistema de decantación centrífuga ALSYS 400

2.3 MÁQUINA PURIFICADORA MAPX207S-24S DE LAVAL³

Esta es una máquina purificadora centrífuga que puede realizar funciones de clarificación y purificación. Su sistema de líquido de maniobra puede ser manual o automático, el cual sirve fundamentalmente para el control de apertura y cerrado de la bola entre descargas. Sus funciones más detalladas se describen a continuación.

2.3.1 Clarificación

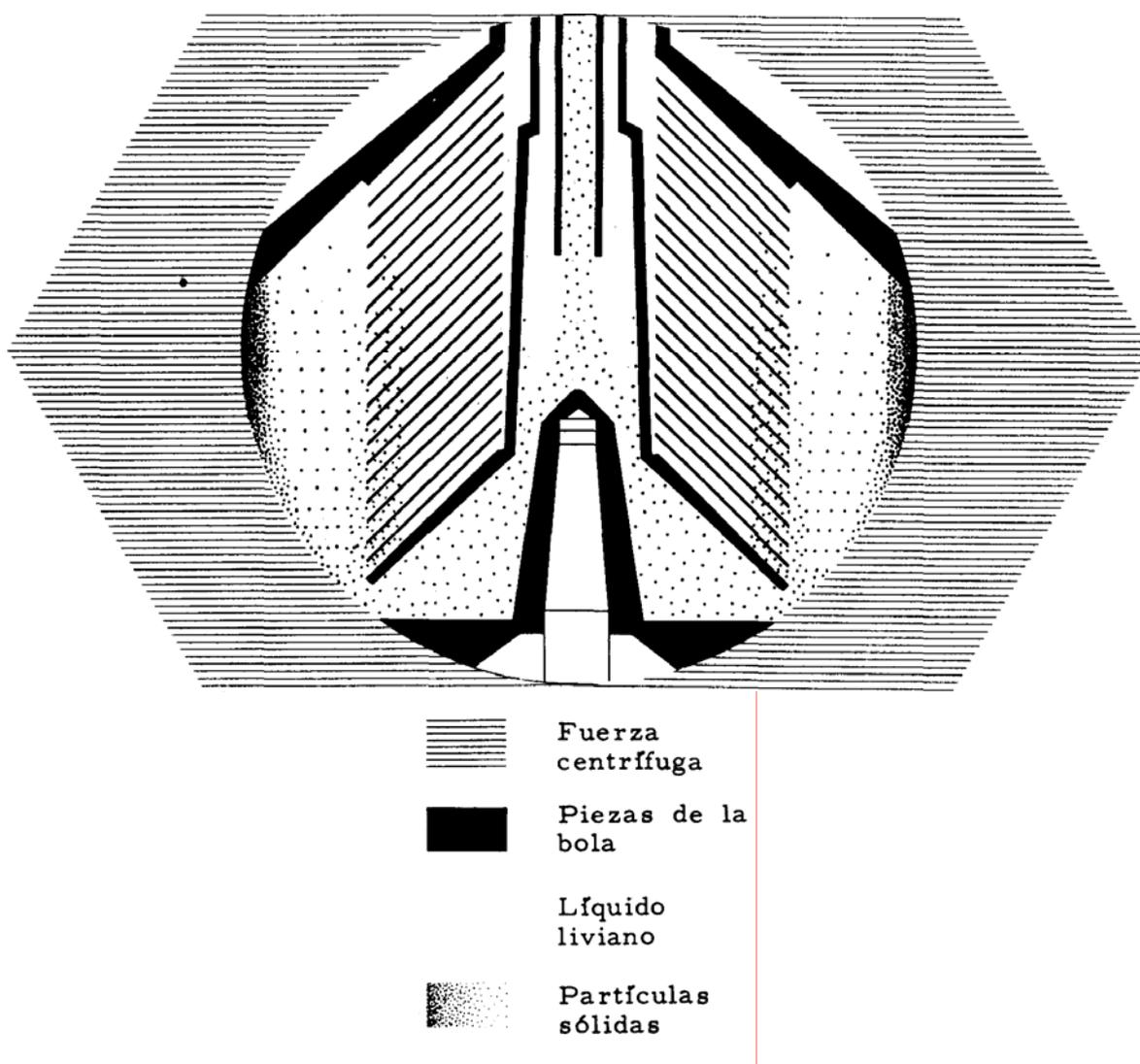


Figura 2.4. Esquema del proceso de clarificación

³ Libro de Instrucciones, Separadora Alfa Laval, tipo MPAX 207S – 20, 1970.

Bola clarificadora

Esta bola tiene una salida. El líquido que deba separarse se conduce desde el distribuidor a los espacios entre los platos. Las partículas pesadas son conducidas por la acción de la fuerza centrífuga a lo largo de la superficie inferior de los platos hacia la periferia de la bola, donde se depositan contra la pared de la bola.

El líquido continúa hacia el centro de la bola y descarga por la tapa de la bola. A título de ejemplo, el procedimiento de separación puede ser influido por el cambio de viscosidad (elevación de la temperatura de separación) o el cambio del caudal. Este tipo de bola se muestra en la Figura 2.4.

2.3.2 Purificación

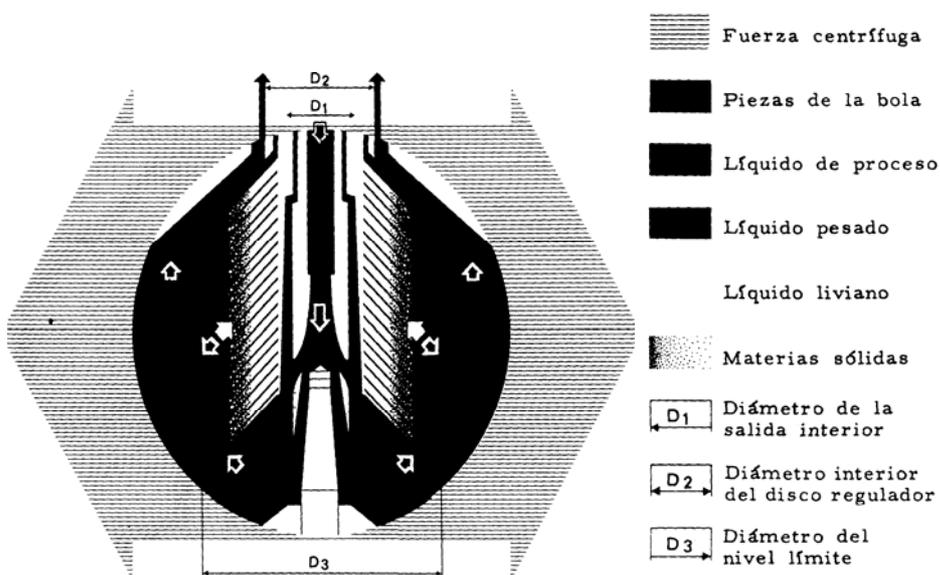


Figura 2.5. Esquema del proceso de Purificación

Bola purificadora

Esta bola tiene dos salidas. La mezcla líquida que deba separarse se conduce desde el distribuidor a los espacios entre los platos, donde los líquidos se dividen por la acción de la fuerza centrífuga.

El líquido pesado juntamente con partículas sólidas eventuales fluyen a lo largo de la superficie inferior de los platos hacia la periferia de la bola, donde las partículas sólidas se depositan contra la pared de la bola. El líquido pesado continua a lo largo de la superficie superior del plato superior hacia el cuello de la tapa de la bola y descarga por el pasaje exterior. El líquido liviano se desplaza a lo largo de la superficie superior de los platos hacia el centro de la bola y descarga por el agujero en el cuello del plato superior. La bola purificadora se puede apreciar en la Figura 2.5.

Obturación líquida

Una bola purificadora la llamada "obturación líquida" impide al líquido liviano pasar por el borde exterior del plato superior. Por lo tanto, antes de alimentar el líquido que deba separarse se debe llenar la bola de líquido de cierre. Este líquido es enseguida desplazado hacia la periferia a la llamada "faz de contacto" entre el líquido liviano y el pesado. La posición de la faz de contacto depende por un lado de la relación entre los pesos específicos de los dos líquidos, y por otro del diámetro de las salidas exterior e interior (D_2 y D_1 en la Figura 2.5. Esquema del proceso de Purificación respectivamente).

El líquido de cierre:

- Debe ser insoluble en el líquido liviano.
- Puede ser soluble en el líquido pesado.
- Debe a lo sumo tener el mismo peso específico que el líquido pesado.

Por lo general, se escoge el líquido pesado como líquido de cierre.

Supuesto que la cantidad de líquido pesado en la mezcla sea suficiente (25% por lo menos) basta a veces alimentar a la máquina la mezcla líquida que

deba separarse. Haciéndolo, dentro de poco tiempo la obturación líquida es formada automáticamente.

Equilibrio hidrostático

Si el peso específico del líquido liviano es designado s_1 y el peso específico del líquido pesado s_2 , el equilibrio hidrostático puede expresarse como sigue:

$$\frac{s_1}{s_2} = \frac{D_3^2 - D_2^2}{D_3^2 - D_1^2} \dots\dots\dots$$

Reglaje de la faz de contacto

La bola purificadora puede adaptarse para separar mezclas líquidas con diferentes relaciones de peso específico mediante el cambio del diámetro de la salida para el líquido pesado (D_2) Cuanto más pesado o más espeso es el líquido liviano y cuanto más grande es la alimentación del líquido, tanto más pequeño debe ser el diámetro. Para este objeto, se provee con la máquina cierto número de discos reguladores con distintos diámetros de agujero.

Si se desea que el líquido liviano sea más exento del líquido pesado, se debe colocar la faz de contacto hacia la periferia de la bola, sin embargo no tan lejos que se rompa la obturación líquida (disco regulador demasiado grande). En cambio, si se desea que el líquido pesado sea más exento del líquido liviano, se debe colocar la faz de contacto hacia el centro de la bola, sin embargo no dentro del borde exterior de los platos (disco regulador demasiado pequeño), porque esto impediría la corriente del líquido.

2.3.3 Disco de impulsión (bomba centrípeta)

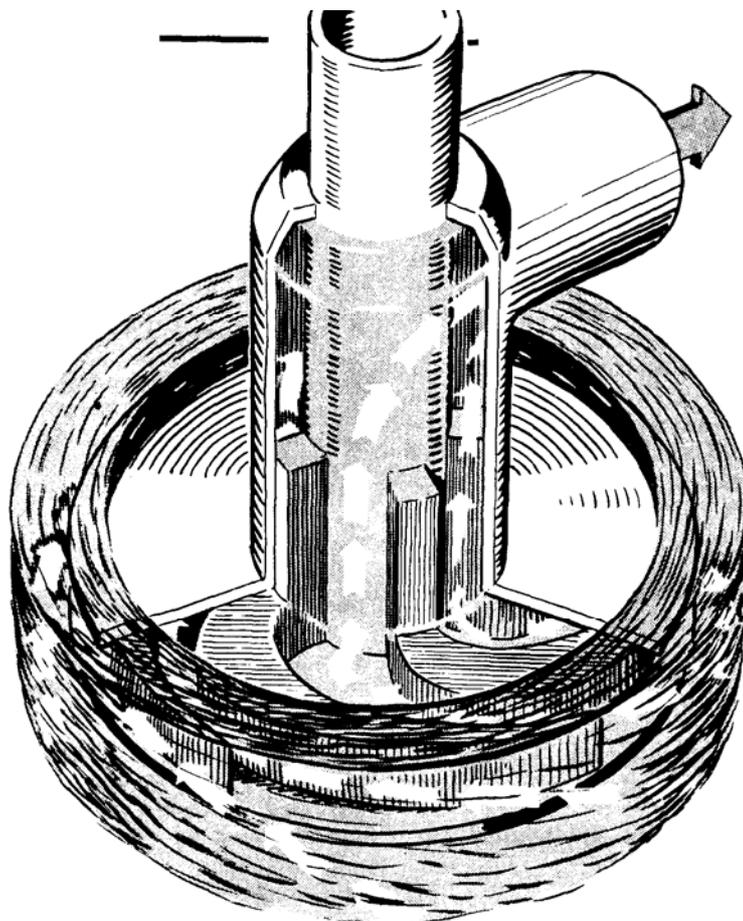


Figura 2.6. Esquema del disco de impulsión (bomba centrípeta)

El objeto del disco de impulsión (bomba centrípeta) es descargar el líquido a presión.

El líquido impelido por la cámara de impulsión (Figura 2.6.) gira en forma de un anillo líquido alrededor del disco de impulsión que permanece estacionario. Este sumerge radialmente en una profundidad más o menos grande en el anillo líquido giratorio que ejerce una presión creciendo rápidamente cuando el diámetro crece. La presión producida por el disco de impulsión es formada por un lado por la "presión centrífuga" que reina a la periferia del disco de impulsión, y por otro por la energía cinética del anillo líquido giratorio que se ha convertido más o menos completamente en energía de presión.

Si no hay contrapresión en la línea de descarga, el diámetro interior del anillo líquido corresponderá prácticamente al diámetro exterior del disco de impulsión. Si el líquido tiene que vencer alguna resistencia de presión - tales como una gran altura de descarga o aparatos que absorben presión - el diámetro del anillo líquido en la cámara de impulsión será reducido hasta que la contrapresión sea vencida. Por lo tanto, el disco de impulsión bombea hacia afuera todo el líquido enviado a la cámara de impulsión (independientemente de la contrapresión) hasta la máxima presión que el disco de impulsión puede producir para el caudal existente.

2.3.4 Descarga total de Fango y Programa Combinado

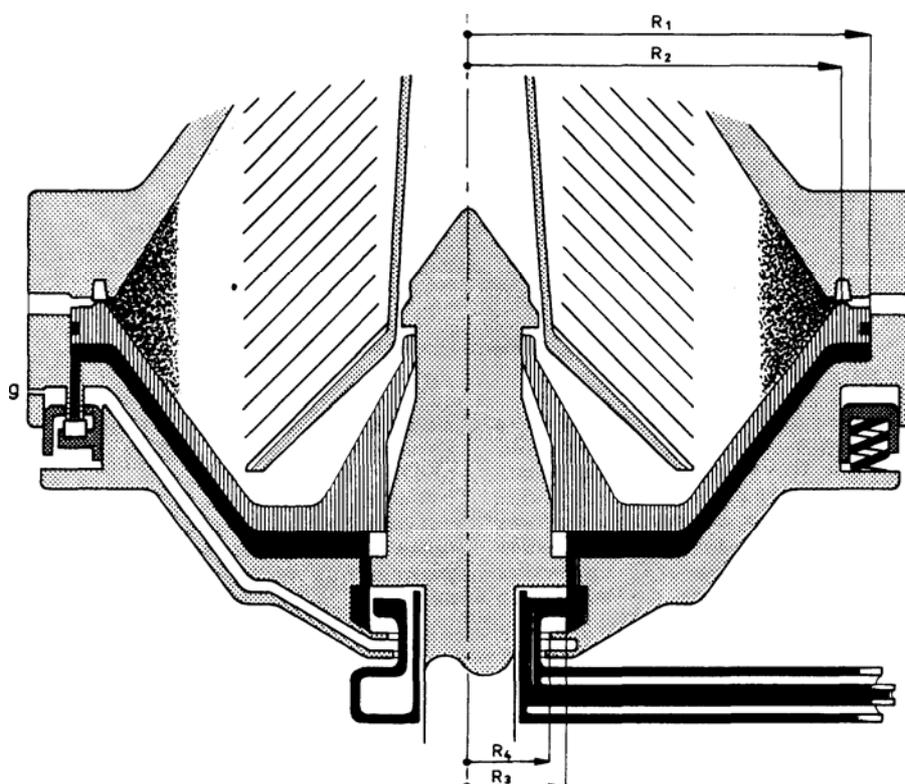


Figura 2.7. Acción de líquido de maniobra en purificación

La descarga de fango se efectúa a través de un número de aberturas en la pared de la bola. Entre las descargas dichas aberturas se mantienen cerradas por el llamado fondo deslizante que constituye en fondo interior en el espacio de separación. El fondo deslizante es presionado hacia arriba contra un anillo obturador por la presión del líquido ejercida sobre la parte inferior del fondo deslizante. Dicha presión se produce durante la rotación por acción de la fuerza

centrífuga y aumenta con la distancia desde el eje de rotación. El líquido de maniobra ejerce una presión hacia arriba más grande que la presión antagonista hacia abajo desde el líquido a tratar (Figura 2.7.) debido al hecho que la parte inferior del fondo deslizante tiene una superficie bajo presión más grande (radio R_1 .) que su parte superior (radio R_2). La alimentación de líquido de maniobra se hace en la parte inferior de la bola y un escape o evaporación es contrabalanceada automáticamente. Este llenado se efectúa por un dispositivo de disco impulsor debajo de la bola que mantiene allí el nivel del líquido de maniobra constante (radio R_3) debido al hecho que su presión de bombeo iguala la presión estática desde la entrada.

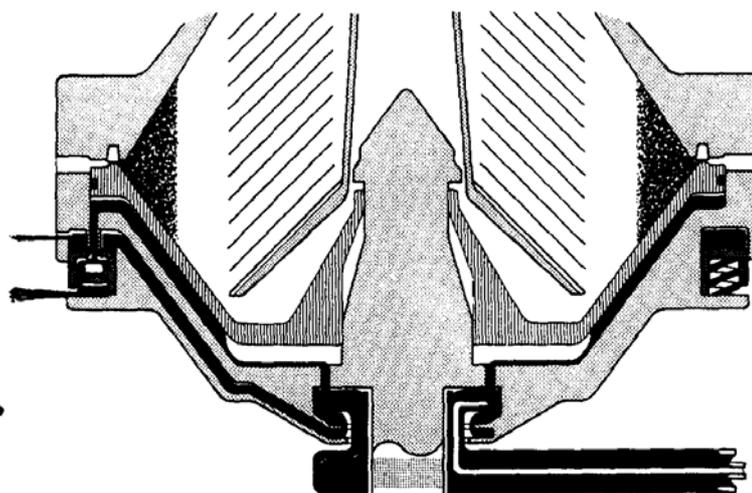


Figura 2.8. Llenado de la cámara de expulsión y evacuación del líquido de maniobra

El líquido de maniobra se alimenta a través del tubo exterior más grueso de manera que fluye por sobre el borde inferior de la cámara de impulsión (radio R_4) de donde continúa, a través de un pasaje, hasta la parte superior de la corredera de maniobra (Figura 2.8.). Entre las descargas, la corredera de maniobra es forzada hacia arriba por resortes en espiral. La corredera de maniobra es ahora presionada hacia abajo por la presión en el líquido y abre entonces válvulas de descarga del espacio existente debajo del fondo deslizante de manera que el líquido de maniobra allí descarga de la bola.

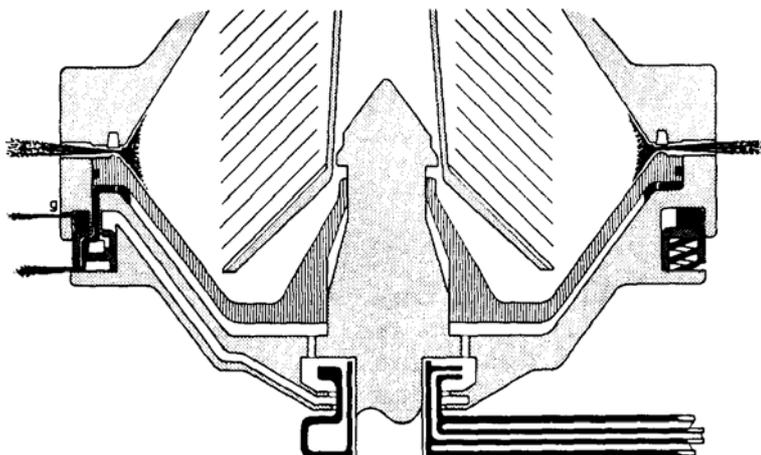


Figura 2.9. Descarga de la bola

Cuando la presión en el líquido de maniobra disminuye en la parte inferior del fondo deslizante, éste es presionado hacia abajo y abre de manera que el fango sea arrojado fuera de la bola a través de las aberturas en la pared de la bola (Figura 2.9.). El líquido de maniobra en la parte superior de la corredera de maniobra descarga por una boquilla (g). Dicha boquilla queda siempre abierta, pero es tan pequeña que la corriente de líquido entrante sobrepasa esa pérdida según la ilustración.

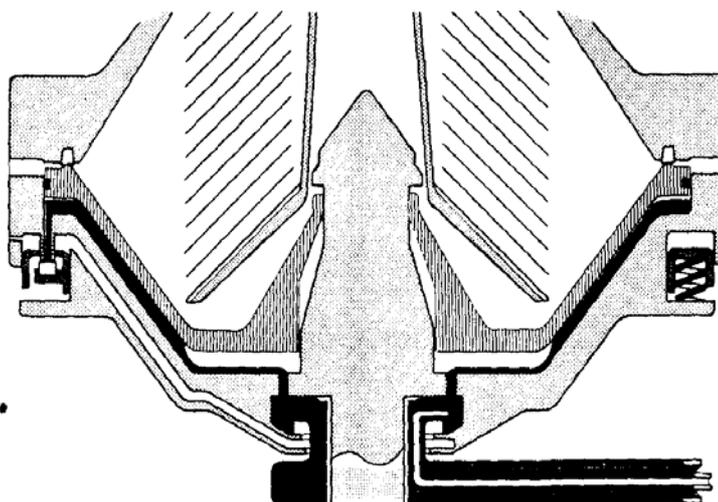


Figura 2.10. Alimentación del líquido de maniobra

Los resortes en espiral vuelven a forzar hacia arriba la corredera de maniobra que cierra las válvulas de descarga del espacio existente debajo del fondo deslizante. El líquido de maniobra se alimenta a través del tubo exterior, más

grueso (Figura 2.10.), pero sólo suficientemente para correr al espacio existente debajo del fondo deslizante donde éste es presionado hacia arriba de modo que la bola cierre. (Si demasiado líquido es alimentado, este entra en el pasaje a la corredera de maniobra y la bola abre de nuevo).

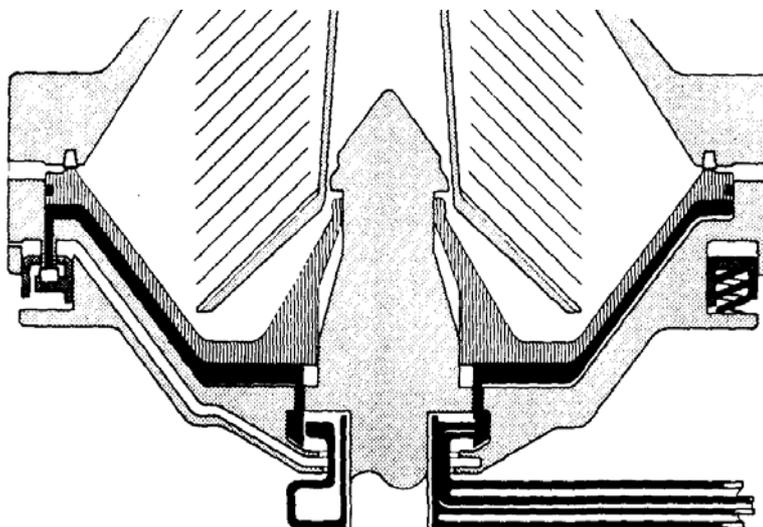


Figura 2.11. Bola cerrada lista para purificar

La entrada exterior, más gruesa está ahora cerrada, mientras que la entrada interior, más delgada está abierta. El dispositivo de disco impulsor contabiliza la presión estática desde la entrada del líquido de maniobra. La Figura 2.11. corresponde con la Figura 2.7. de la serie con la diferencia que aquí la descarga de fango está terminada.

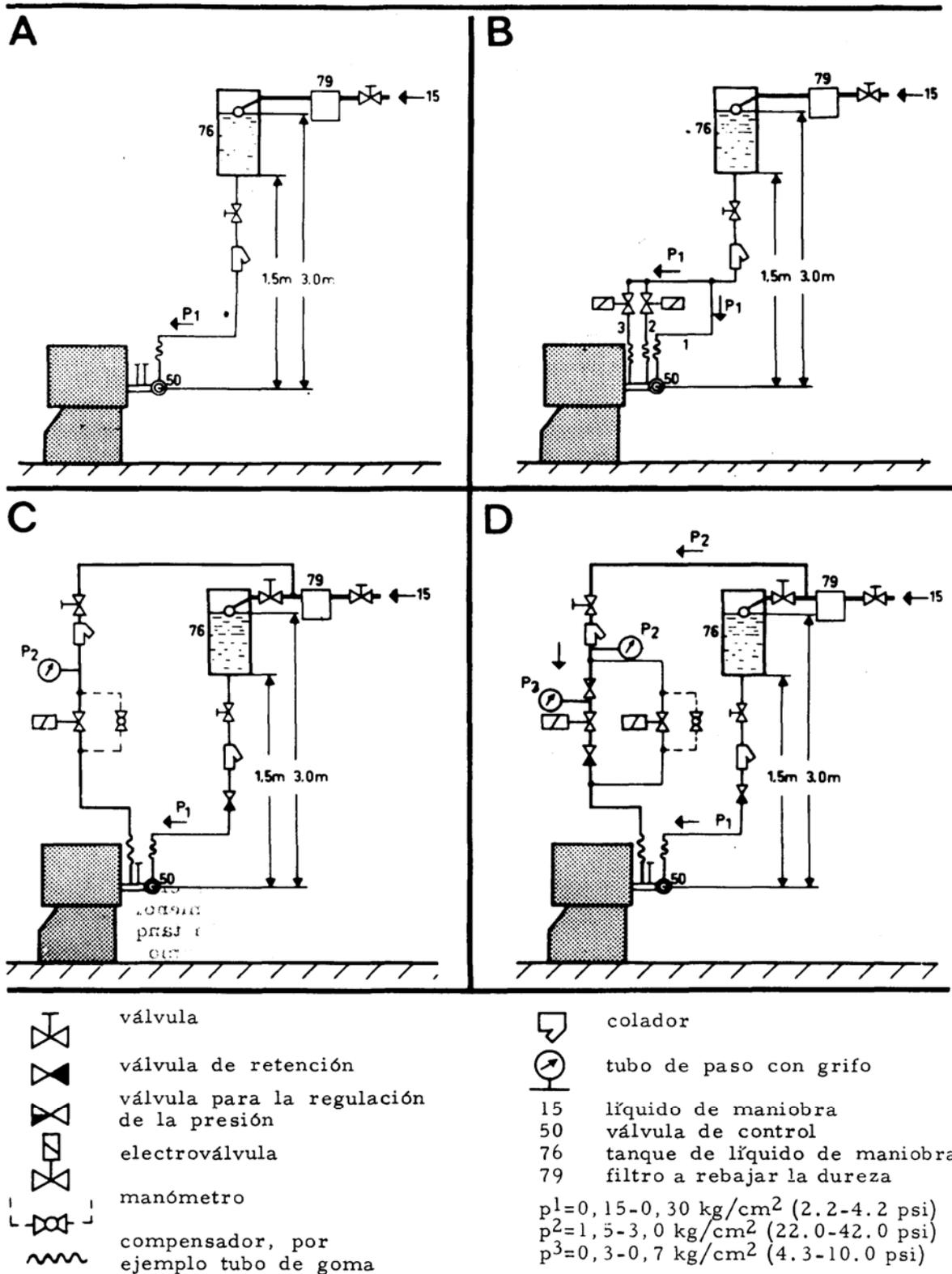


Figura 2.12. Ejemplos de alimentación de líquido de maniobra

Sistema para el líquido de maniobra

La Figura 2.12 muestra cuatro ejemplos de la alimentación del líquido de maniobra.

A = máquina con bola para descarga total; maniobra manual.

B = máquina con bola para descarga total; maniobra automática o manual.

C = máquina con bola para descarga parcial (con anillo de nivel) o descarga rápida, total; maniobra automática.

D = máquina con bola para programa combinado (descarga parcial y total combinada); maniobra automática.

En la Figura 2.12 se indica en el dibujo en perspectiva el modo de descarga de la bola. De ello resulta el ejemplo que es aplicable.

Líquido de maniobra

Utilizar agua pura, delgada como líquido de maniobra. Si el agua es demasiado gorda, existe el riesgo de la formación de depósitos calcáreos, los canales estrechos en el sistema de líquido de maniobra pudiendo obstruirse ocasionando interrupciones en el trabajo.

Cuanto más alta es la temperatura de funcionamiento, tanto más fácilmente se hace la sedimentación calcárea. Esta puede naturalmente evitarse añadiendo un agente a rebajar la dureza o montando un filtro a rebajar la dureza en la cañería de líquido de maniobra.

Tanque de líquido de maniobra

El tanque de líquido de maniobra, hecho de cobre u otro material inoxidable, deberá contener 50-100 l (11-22 galones imperiales) y estar colocado de modo que la posición del nivel de líquido no quede inferior o

superior a las medidas de altura indicadas en la figura sobre la válvula de control de la máquina. Por falta de espacio el tanque puede reemplazarse por una válvula reductora o algo por el estilo. Sin embargo, esto puede significar una menor seguridad de servicio. También el sistema con tanque de líquido de maniobra da un menor consumo de líquido en funcionamiento debido al hecho que la contrapresión del disco impulsor de control se balancea en un sistema abierto.

Bola de descarga total

Cuando la máquina va equipada con bola para descarga total y la maniobra debe hacerse manualmente, se dispone el sistema de líquido de maniobra conforme a la Figura 2.12.-A.

El líquido con la presión p_1 efectúa, dependiendo ello de la posición de la válvula de control, todas las funciones.

Cuando la maniobra debe hacerse automáticamente se añaden dos electroválvulas al sistema montadas en las cañerías hacia las dos conexiones interiores de la válvula de control según la figura 2.12. -B.

Si se desea pasar de control automático a maniobra manual sólo necesita desconectar la disposición automática y la maniobra puede enseguida hacerse como de costumbre mediante la válvula de control.

El líquido por la cañería 1 cierra la bola en la puesta en marcha — la bola debe mantenerse cerrada durante el funcionamiento.

El líquido por la cañería 2 mantiene la bola cerrada durante el funcionamiento — la electroválvula debe cerrar cuando la electroválvula en la cañería 3 abre.

El líquido por la cañería 3 abre y cierra la bola durante el funcionamiento — cuando la electroválvula cierra, la electroválvula en la cañería 2 debe abrir.

Bola (con anillo de nivel) para descarga parcial. Bola para descarga rápida, total

El mecanismo de descarga de estas bolas supone un control automático. Se dispone el sistema como lo demuestra la Figura 2.12.-C.

En caso necesario, por ejemplo si la disposición automática está fuera de función, se puede efectuar la maniobra manual.

El líquido con la presión p_1 cierra la bola en la puesta en marcha y mantiene la bola cerrada durante el funcionamiento — dependiendo ello de la posición de la válvula de control. El líquido con la presión p_2 abre y cierra la bola en la descarga de fango.

Bola para descarga combinada

El mecanismo de descarga de la bola supone un control automático teniendo la posibilidad de regular varios programas con descargas totales y parciales — ver el control automático. Se dispone el sistema como lo demuestra la Figura 2.12-D.

En caso necesario, por ejemplo si la disposición automática está fuera de función, se puede efectuar la maniobra manual, la que sin embargo da solamente descargas totales.

El líquido con la presión p_1 cierra la bola en la puesta en marcha y mantiene la bola cerrada durante el funcionamiento — dependiendo ello de la posición de la válvula de control.

El líquido con la presión p_2 abre la bola para descargas totales.

El líquido con la presión p_3 abre y cierra la bola para descargas parciales y cierra la bola después de una descarga total. Con ayuda de la válvula reguladora de presión se puede regular la cantidad del flujo de líquido y de esta manera el grado de la descarga parcial.

Maniobra manual en el sistema de líquido de maniobra dispuesto automáticamente

Para que sea posible efectuar la maniobra manual será necesario proveer los sistemas tanto para la Figura 2.12-C como la figura D de un tubo de paso sobre la electroválvula en la cañería para el líquido de alta presión.

Se puede de preferencia efectuar una descarga de fango manual del modo siguiente: cerrar la alimentación del líquido a tratar y poner la válvula de control en la posición 2 — abrir la válvula en el tubo de paso y volver a cerrar la válvula inmediatamente después que se haya vaciado la bola — colocar la válvula de control en la posición 3 y esperar hasta que la indicación muestre que la bola está cerrada — colocar la válvula de control en la posición 4 y abrir para la alimentación del líquido a tratar.

Nota. En la maniobra manual puede ser necesario reducir los intervalos entre las descargas.

Disposición automática completa

En relación con la disposición automática del sistema de líquido de maniobra es recomendable y en ciertos casos necesario que las otras medidas en relación con una descarga de fango sean igualmente dispuestas automáticamente (por ejemplo cierre de la alimentación a la bola antes de la descarga total, enjuague de la tapa para fango).

Dispositivo de alarma

Caídas de presión durante el funcionamiento en las cañerías desde la máquina pueden significar que líquido se pierde. Tal caída de presión ocurre si la bola no cierra o cierra solamente en parte. Sea que la máquina está dispuesta automáticamente o que no, es recomendable en los sistemas cerrados montar un guarda con el dispositivo de alarma que lo acompaña en la cañería para el líquido tratado. El dispositivo debe haber sido efectuado de tal modo que la impulsión de alarma del guarda quede bloqueada a la caída de presión normal, por ejemplo a la descarga de fango normal.

CAPITULO III

INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE

3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE CONTROL

3.1.1 Descripción General del Proceso de Purificación de Aceite de la Central Térmica Guangopolo

El proceso de purificación de aceite empieza en un tanque que almacena el aceite para la lubricación del motor. Este tanque almacena aproximadamente 8000 litros de aceite del cual se bombea hacia el motor de combustión usando dos bombas actuadas mediante motor eléctrico de 30 kW cada una, mismas que desarrollan una presión de 6 kg/cm^2 necesaria para la adecuada lubricación en el interior del motor. Luego que este aceite a pasado por el motor es devuelto al tanque, pero con la diferencia que trae consigo partículas sólidas originadas en el proceso de combustión del motor diesel/bunker. Estas partículas se depositan en el interior del tanque y necesitan ser removidas del aceite lubricante, ya que si viajan nuevamente al interior del motor disminuyen el efecto de lubricación. Para la remoción de estas partículas sólidas se usa un módulo de purificación instalado en cada máquina. El aceite es bombeado hasta el módulo purificador centrífugo desde la parte inferior del tanque ya que ahí se deposita la mayor cantidad de desechos sólidos (carbón). En el módulo purificador mediante el uso de utilitarios (controlador, agua de control, sensores y actuadores) se realiza el proceso de remoción de partículas sólidas y reenvía el aceite puro de vuelta al tanque de aceite del motor. Las partículas sólidas removidas son enviadas en cada descarga a un tanque que almacena estos lodos como desechos del proceso. Además de la remoción de partículas sólidas el sistema de purificación elimina pequeños porcentajes de agua contenidos en el aceite lubricante y así evitar efectos

secundarios en las piezas mecánicas debidas al agua contenida en el aceite. Estos porcentajes de agua son eliminados automáticamente por la máquina purificadora mientras transcurre el proceso. En la Figura 3.1. se describe de forma general dicho proceso.

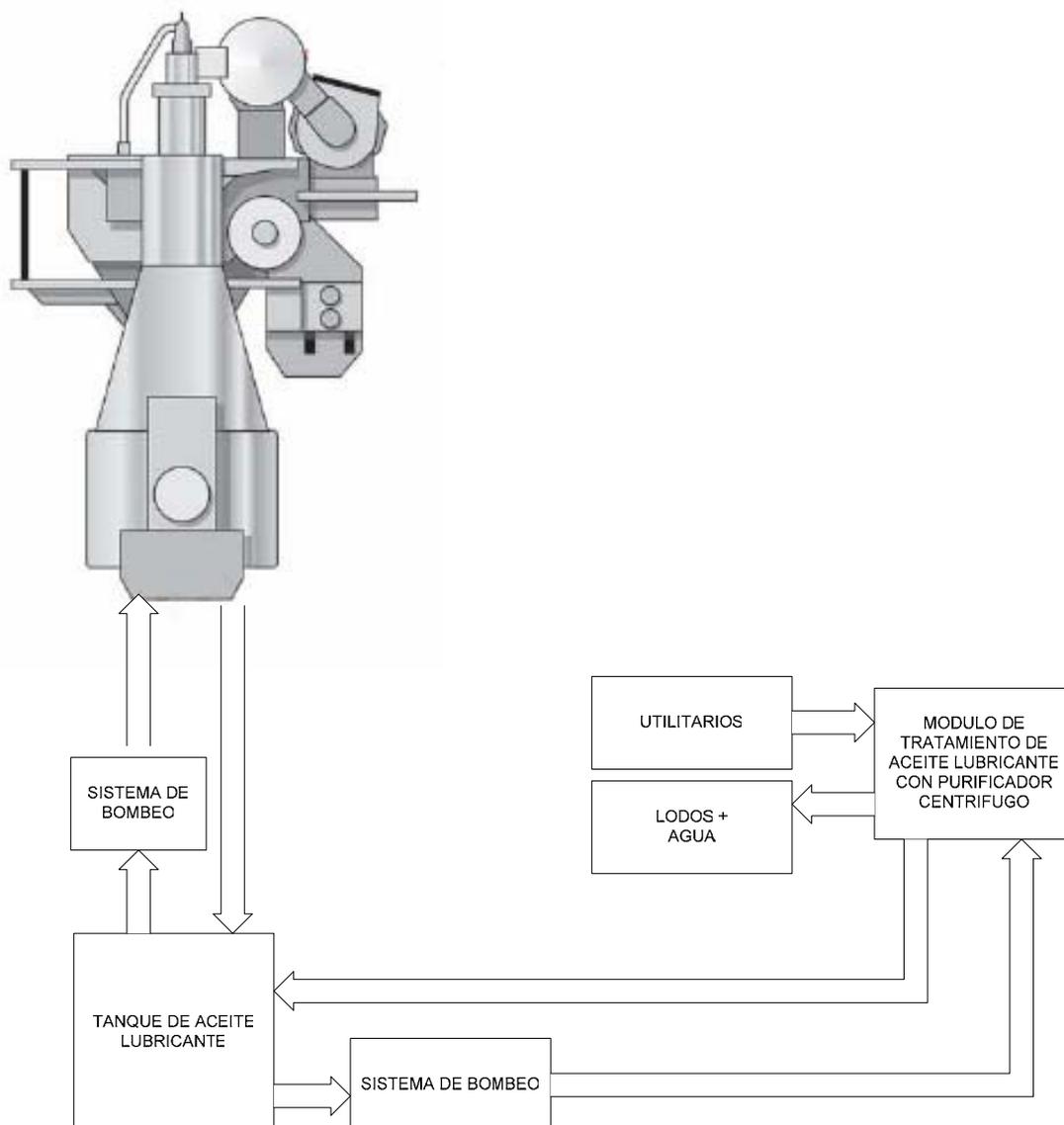


Figura 3.1. Diagrama general del proceso de purificación de aceite lubricante

3.1.2 Operación Actual del Proceso del Módulo de Purificación de Aceite MAPX207S-24S

Como se explicó de forma general, el proceso de purificación tiene como objetivo eliminar partículas sólidas y agua del aceite lubricante. El proceso para la

purificación empieza con el bombeo desde un tanque donde se almacena el aceite lubricante usando una bomba actuada por motor eléctrico de 3.7kW. Esta bomba impulsa el aceite hasta una altura de 3m aproximadamente donde se encuentra el módulo de purificación debido a que éste está en la planta alta de la casa de máquinas, mientras que el aceite esta en la planta baja.

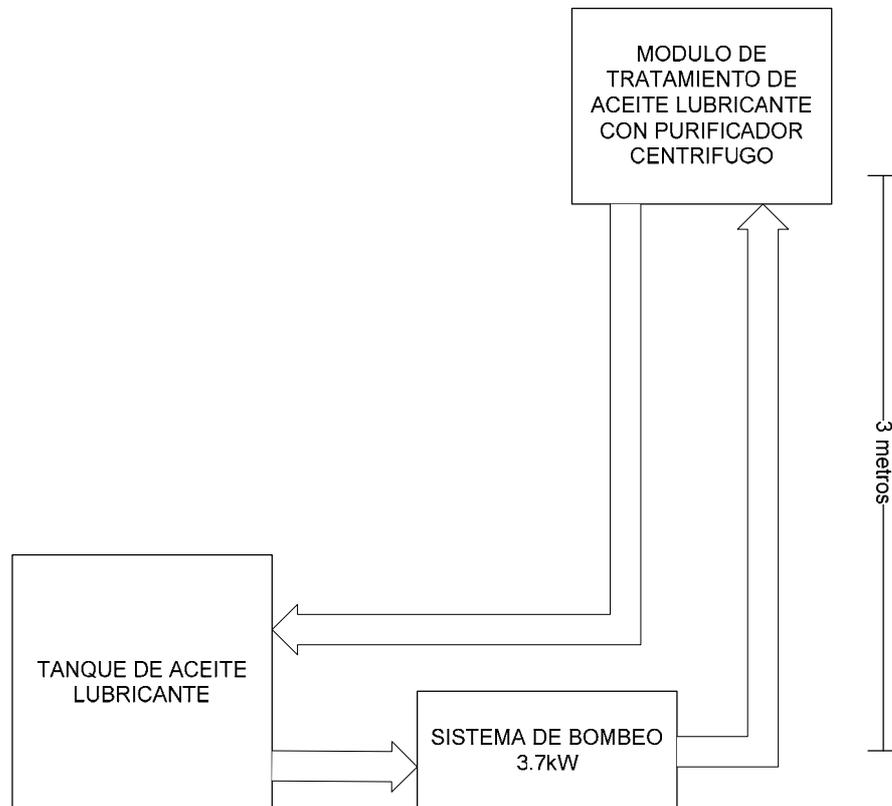


Figura 3.2. Ubicación del módulo purificador

Adentrándonos más en el proceso de purificación, en la Figura 3.3. se puede apreciar el esquema de proceso del módulo de purificación que actualmente está totalmente instalado de acuerdo a la disposición mostrada en la figura 3.4, cuya operación es totalmente manual, y posee los siguientes elementos:

- Una válvula V7 que permite la entrada del aceite no purificado al módulo.
- Un intercambiador de calor de vapor C1.
- Una válvula de salida del calentador V6.
- Una válvula de alimentación principal V4 a la máquina purificadora.
- Una válvula de By-pass V5 de la máquina.
- Un filtro de aceite F2

- Una válvula de 3/2 V1 para el control de aceite de entrada a la máquina purificadora.
- Una válvula V12 de salida del aceite purificado.
- Una válvula V3 de agua de llenado.
- Una válvula de control V2 de 4 posiciones.
- Máquina purificadora
- Una válvula V8 de entrada de vapor.
- Una válvula V11 autocontrolada para regulación de temperatura.
- Una válvula V10 para la salida del condensado.
- Una trampa de vapor.
- Una válvula V9 de agua de maniobra.
- Un filtro F1 de agua de maniobra.
- Un switch de flujo FS.
- Un indicador de temperatura.

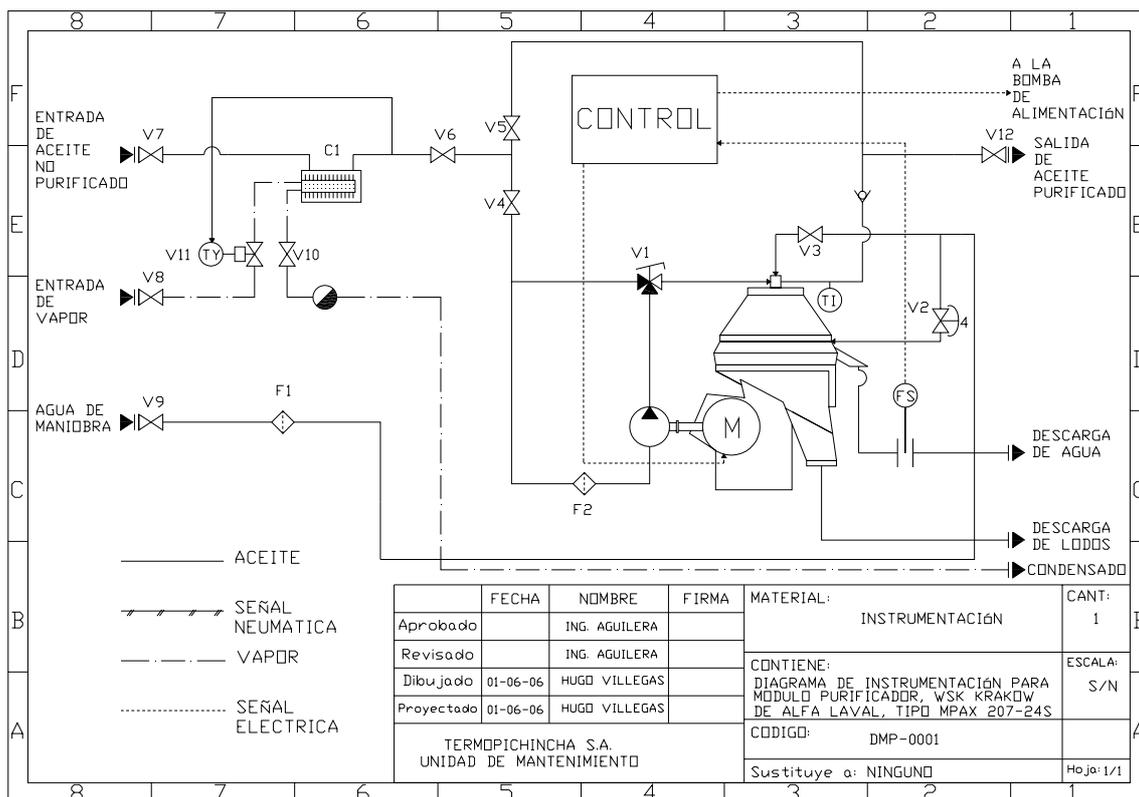


Figura 3.3. Diagrama de procesos del módulo purificador WSK KRAKOW DE LAVAL

En base al diagrama de procesos mostrado en la Figura 3.3., el aceite antes de que ingrese a la máquina purificadora se calienta con un módulo

intercambiador de calor de vapor hasta no menos de 80°C, cuyo control se lo realiza mediante una válvula auto-controlada, ya que a esta temperatura la remoción de desechos sólidos resulta más fácil debido a que a esta temperatura disminuye la viscosidad del fluido y la circulación de partículas en él es menos resistente. Luego de pasar por el calentador el fluido pasa por una bomba propia del módulo purificador que es accionado conjuntamente con la bola centrífuga mediante un motor de 10kW. Luego que el aceite es impulsado por la bomba interna del módulo, llega a una válvula de 3/2 V1 operada manualmente. El operador decide si dejar pasar el aceite al interior de la bola centrífuga o no. Antes de permitir el paso hacia el interior se debe maniobrar con una válvula de control de 4 posiciones V2 propia del módulo purificador el cierre de la bola centrífuga. Esto se lo consigue pasando la válvula desde la posición 2 hasta la posición 3 y luego de 3 segundos a la 4. Una vez que se ha cerrado la bola se deja ingresar agua de llenado abriendo la válvula de llenado V3 al interior de la bola con el objeto de establecer un sello hidráulico y faz de contacto de agua con el aceite para que se desarrolle el proceso de purificación. Esta válvula de llenado se la mantiene abierta por aproximadamente 3 minutos.

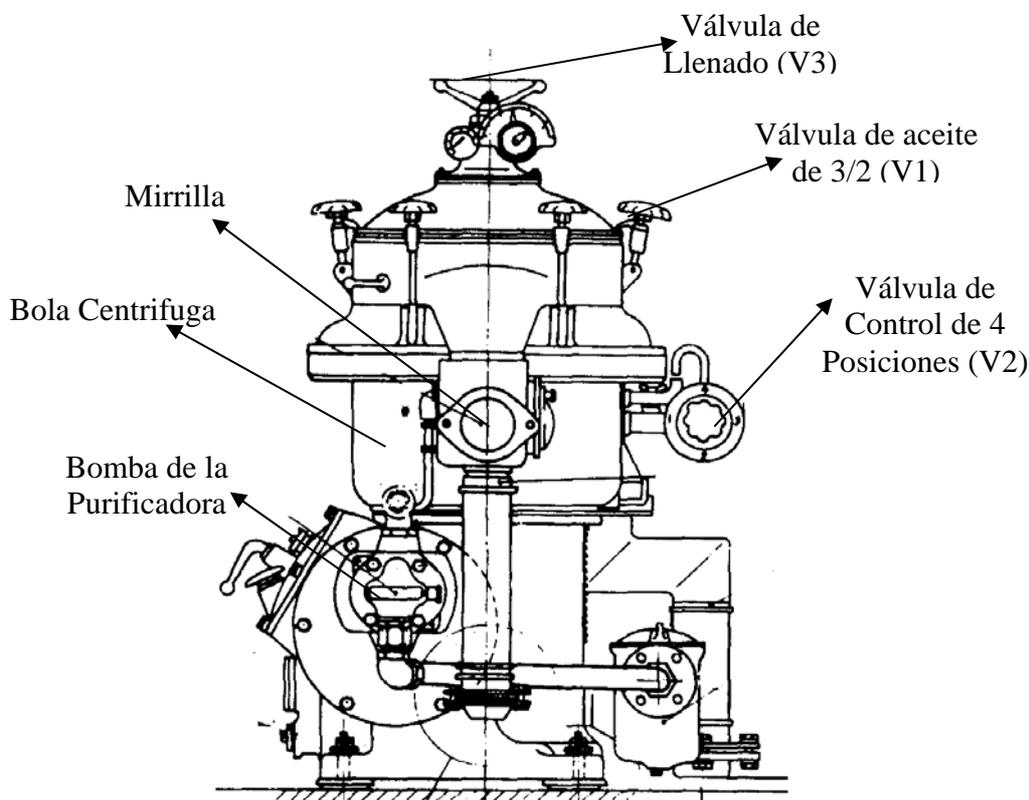


Figura 3.4. Ubicación de elementos para la operación manual

Una vez que se ha llenado la bola, el agua en exceso sale de la bola y se la observa por una mirilla, comprobándose de esta manera que la bola se ha cerrado. Luego de observar el agua de llenado por la mirilla se cierra la válvula de llenado y se espera un tiempo aproximado de 20 s. En este instante se sitúa la válvula de 3/2 en la posición de ingreso de aceite hacia la purificadora y se mira que el valor de la temperatura sea el adecuado. En esta posición se mantiene por el tiempo aproximado de 3 horas, luego del cual se procede a la descarga de los residuos sólidos extraídos del aceite. Para el efecto se actúa la válvula de 3/2 en la posición que impide su ingreso a la bola purificadora. Se abre la válvula de llenado para desplazar el aceite restante que queda en la bola y luego se cierra dicha válvula. Se espera un tiempo y se opera la válvula de 4 posiciones para que deje pasar el líquido de maniobra y abra la bola pasando ésta de la posición 4 a la posición 1 y luego de dos segundos a la 2 y con esto se descargue los lodos acumulados en la bola. Se deja transcurrir un tiempo y luego se procede a cerrar la bola con la misma válvula de control y se reinicia el proceso de manera repetitiva.

La válvula V5 se la opera únicamente cuando se requiere que el aceite pase solamente por una etapa de precalentamiento, es decir cuando solo se requiere que el aceite se caliente y no se purifique. Para esto solo se abre la válvula V5 y se cierra V4 de modo que se hace un by-pass de la máquina purificadora y el lubricante calentado retorna directamente al tanque de almacenamiento de aceite del motor.

Así mismo para la operación de la máquina existe un tablero de control y protección del módulo purificador en donde se encuentran los arrancadores de los motores de la máquina purificadora y la bomba de alimentación. Así, también varios relés acondicionados para realizar la lógica de control del tablero. A este tablero de control llega una señal proveniente del sensor de flujo que comanda el disparo de la bomba de alimentación al detectar una fuga de aceite inadecuada en medio de la operación. Esta opción es habilitada mediante un switch actuado manualmente cuando el operador permite el paso de aceite hacia la máquina purificadora. En general este tablero se encarga de comandar el arranque de los motores tanto de la purificadora como la bomba de alimentación, disparar la

bomba de alimentación en caso de fuga de aceite, y enviar una señal de alarma general al panel de control de Motor de cada unidad para advertir al operador de un posible problema en el módulo. La función general del tablero queda descrito en el diagrama de bloques de la Figura 3.5. donde se observa que se tiene una señal de alimentación de 380V al tablero, la señal desde un sensor de flujo, señales de control de los motores de la purificadora y bomba de alimentación, control de la iluminación, y alarma general.

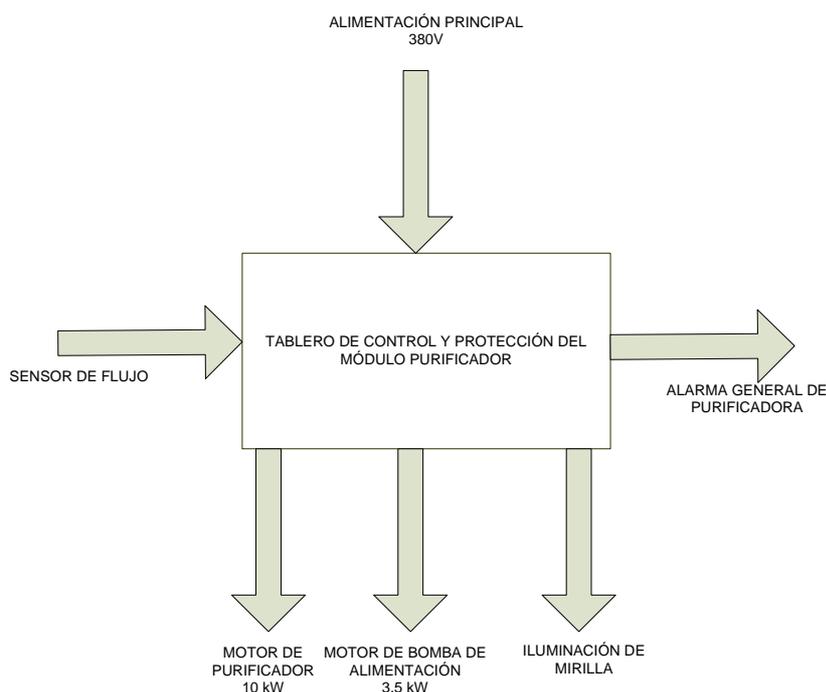


Figura 3.5. Diagrama de bloques del tablero de control y protección

3.1.3 Diagrama de Flujo para la Operación Manual del Módulo de Purificación de Aceite MAPX207S-24S

El diagrama de flujo de la Figura 3.6. explica en forma de detalle el proceso de operación manual del módulo purificador que es desarrollado por un operador cada tres horas aproximadamente. Como se puede observar el proceso es netamente repetitivo y requiere de un control constante en medio de la operación para observar si la máquina esta operando dentro de los valores normales de temperatura y verificar si no ha existido pérdidas innecesarias del lubricante.

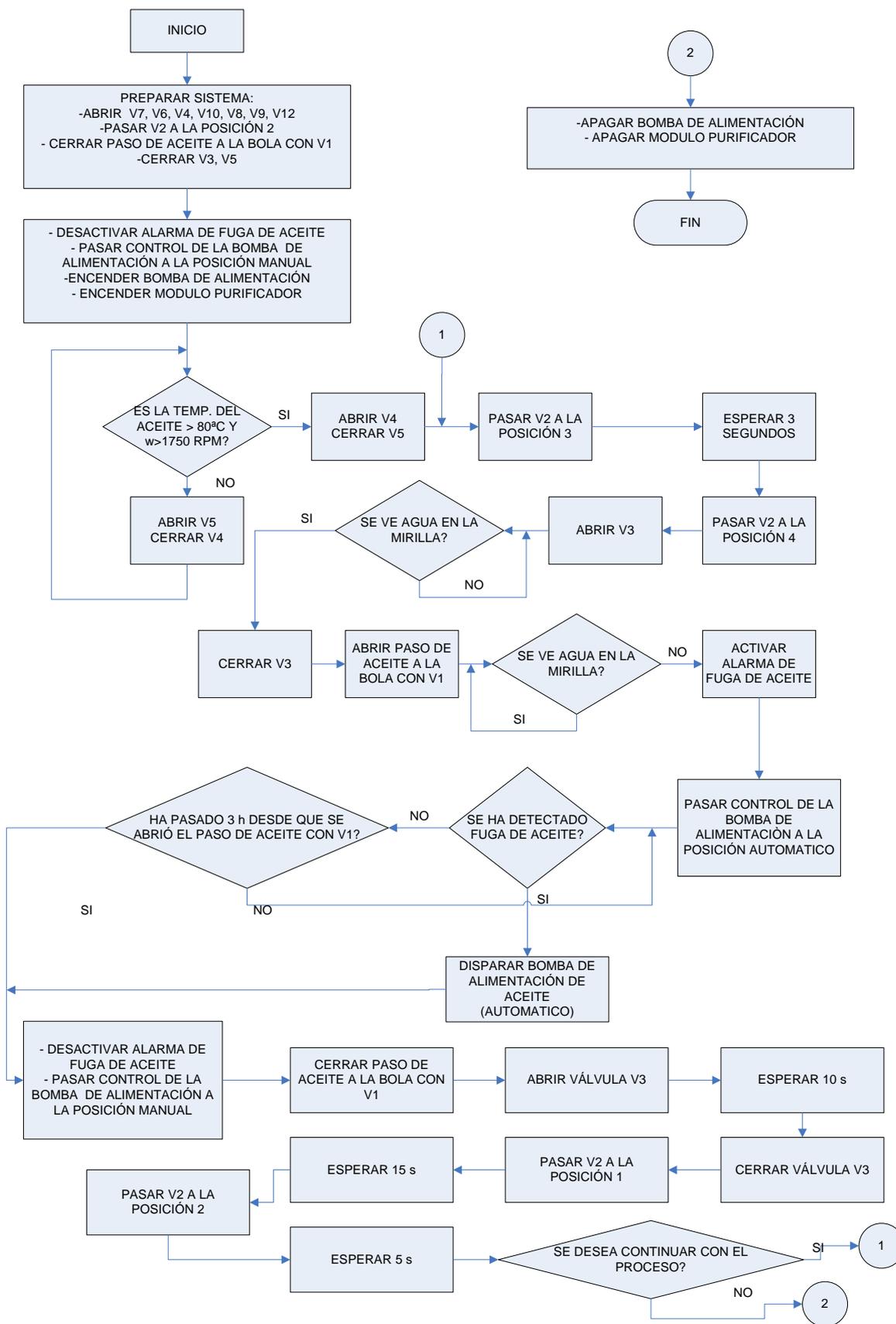


Figura 3.6. Diagrama de flujo para la operación Manual

3.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL

3.2.1 Condiciones Generales del Sistema de Control

Para realizar un control apropiado del módulo purificador, se debe poner adecuado interés en varios aspectos de la operación manual, para estos adecuarlos al funcionamiento totalmente automático. Estos se los describe a continuación:

- Preparar el sistema previo a iniciar el proceso de purificación.
- Controlar el cierre y abertura de la bola.
- Controlar el llenado y desplazamiento con agua en la bola.
- Controlar el paso de aceite hacia el módulo purificador.
- Monitorear si existen perdidas de aceite lubricante durante el proceso.
- Monitorear si las variables del proceso de encuentran dentro de los parámetros requeridos para la adecuada purificación del aceite.
- Emitir una señal de alarma general del módulo purificador al panel de control de motor correspondiente.
- Presentar y controlar desde un dispositivo HMI el estado actual del módulo purificador, alarmas específicas, y opciones de inicio y parada del proceso.
- Permitir la funcionalidad y coordinación de los diferentes sensores y actuadores para la operación adecuada del módulo purificador.

3.2.2 Diseño del diagrama de procesos para el control automático del Módulo de Purificación de Aceite MAPX207S-24S.

El módulo purificador debe estar provisto de suficientes sensores y actuadores para cumplir de forma totalmente independiente de supervisión humana el manejo y coordinación de todos los elementos necesarios para la operación del módulo bajo diferentes condiciones.

Preparar el sistema. Este término se refiere a que el controlador luego de ser comandado para la preparación del sistema activará los dispositivos necesarios

para iniciar la secuencia de operación del módulo. Esto se refiere específicamente al encendido de los motores de la bomba de alimentación de aceite y del módulo purificador, pero con la condición que advierte al operador cuando la máquina está lista para empezar la secuencia de purificación, debido a que se debe esperar que el eje de la centrífuga llegue a los 1800 rpm. Para el encendido y apagado de los motores se lo realizará mediante el comando de los tres contactores existentes ya dispuestos en el tablero original.

Control de cierre y abertura de la bola. Para cumplir esta condición se instalará una electroválvula 2/2 en el sitio provisto por el fabricante para el control automático del sistema purificador, ya que estas máquinas fueron orientadas al control automático. La apertura y cerrado de esta válvula para el control de estado de la bola estará comandada por el sistema controlador, que coordinará su funcionamiento en base al programa establecido en el controlador.

Control del llenado y desplazamiento con agua en la bola. Así mismo para realizar esta actividad se deberá proveer a la máquina de una electroválvula de 2/2 comandada por el controlador que permita el llenado con agua de la bola y así mismo el desplazamiento del aceite con agua cuando se este por finalizar un periodo de la purificación y así evitar desperdicios innecesarios de aceite.

Control del paso de aceite hacia el módulo purificador. Se deberá proveer de un método para permitir el paso de aceite al módulo solo cuando sea necesario e indicado por el controlador; y mientras no se dé esta condición el aceite se encuentre recirculando por la bomba del purificador. La opción mas acertada es reemplazar la válvula de 3/2 operada manualmente por una operada por aire y se encuentre en modo de recirculación ante el fallo. El aire de comando se lo hará mediante una electroválvula de 3/2 normalmente cerrada al fallo que permitirá el paso de aire a la válvula de control de aceite cuando el controlador lo señale.

Monitorear perdidas de aceite lubricante durante el proceso. Para el efecto se proveerá de los sensores necesarios. El uso del sistema actual para la detección de flujo por la mirilla se lo usará en sus condiciones de operación actual y además

se provisionará de un sensor de presión para detectar que la presión del aceite de descarga se encuentre dentro de los parámetros requeridos como lo sugerido por el fabricante del módulo. Con esto la detección de flujo quedará complementada con la detección de pérdidas de presión que ocurre cuando se tiene pérdida de flujo normal en la salida del aceite de descarga.

Monitorear las variables del proceso. Las principales variables que se busca monitorear para que el proceso de purificación se encuentre dentro de los límites operables son la temperatura y la velocidad del eje de la bola, ya que esta refleja la velocidad real de la bola donde se produce la purificación. Para el efecto del monitoreo de la temperatura se proveerá de un sensor de temperatura RTD. Así mismo para la medición de velocidad se ubicará un sensor del tipo inductivo que permita supervisar esta variable en línea para que el proceso se lo realice dentro de los parámetros sugeridos, el cual es mantener la velocidad del eje de la centrifuga en 1800 rpm aproximadamente.

Emitir una señal de alarma general del módulo. Debido a que el sistema de generación se encuentra compuesto de varios sistemas auxiliares el panel deberá ser provisto de un contacto libre de potencial que cambiará de estado ante un fallo en el módulo y advierta al panel de motor de la alarma en dicho módulo.

Dispositivo HMI para el módulo purificador. Debido a que es importante dar a conocer el estado del proceso de purificación, el sistema de control será provisto de un dispositivo de INTERFASE HOMBRE MAQUINA que servirá para presentar el proceso en línea y el estado de las variables del proceso como son la velocidad de la centrifuga y la temperatura del aceite. Además este dispositivo debe permitir la configuración de diferentes parámetros para el funcionamiento del módulo. Así también activar el comando de preparación para el funcionamiento del módulo de purificación.

Funcionalidad y coordinación adecuada del módulo purificador. Para conseguir este requerimiento se debe utilizar un dispositivo que permita el control de los dispositivos antes descritos y así mismo coordine su funcionamiento bajo una lógica de control flexible, que pueda ser actualizada y que se adapte a

nuevas condiciones que el sistema requiera. Para el efecto se proveerá de un controlador lógico programable cuyo HARDWARE sea el adecuado para el manejo de los elementos anteriormente mencionados.

De acuerdo a lo anterior el proceso del módulo purificador, con las adecuaciones necesarias para el funcionamiento automático se verá reflejado de acuerdo al de la Figura 3.7.

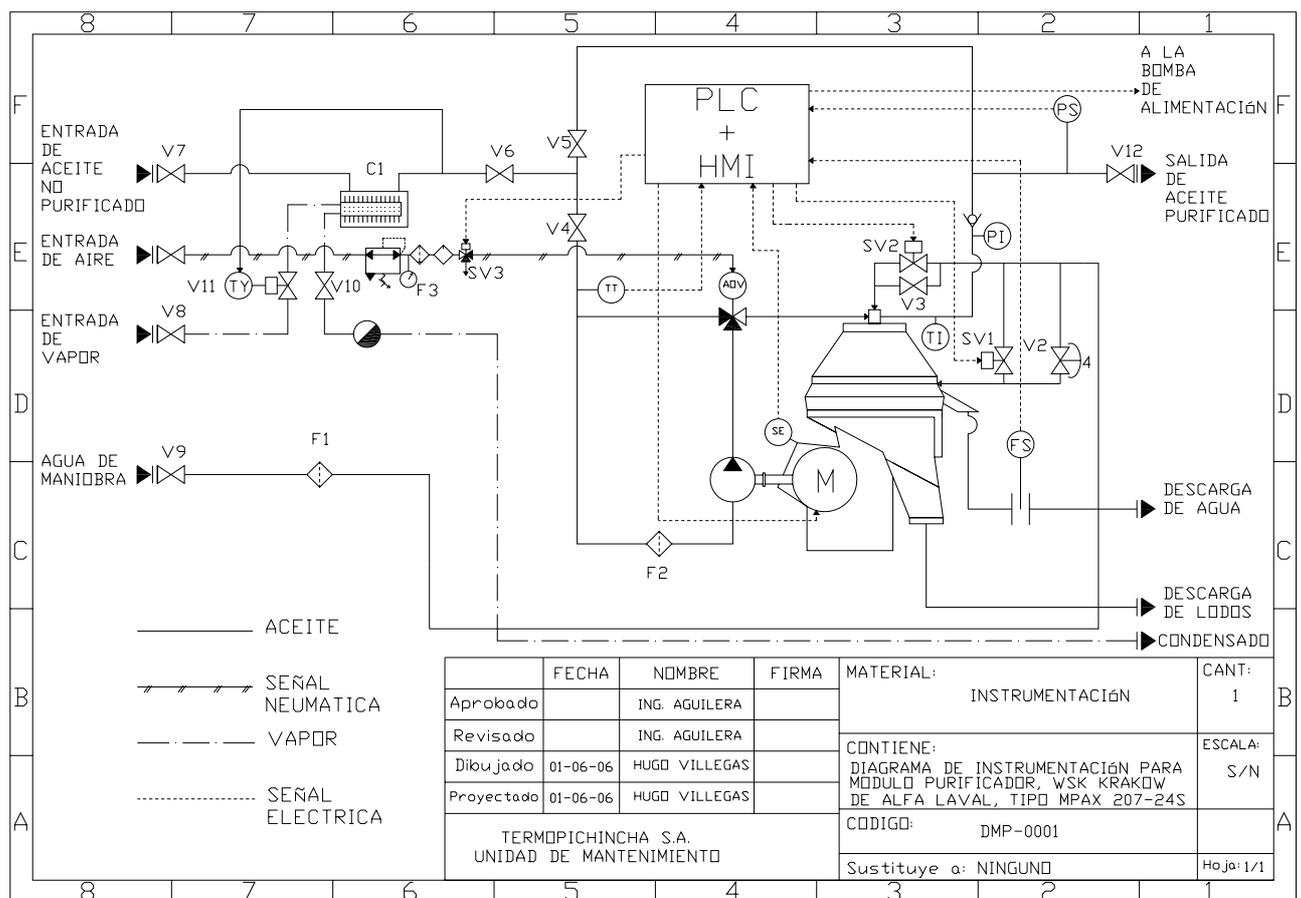


Figura 3.7. Diagrama de procesos automático del módulo purificador WSK KRAKOW DE LAVAL

3.3 SELECCIÓN DE COMPONENTES

En base al diagrama de procesos descrito en la Figura 3.7., los componentes necesarios para obtener el automatismo de la máquina son:

- Válvula de paso V13 para el control de aire.

- Unidad de mantenimiento de aire F3.
- Electro Válvula SV3 para control de aire de 3/2, cerrada ante el fallo.
- Válvula operada por Aire AOV para aceite, cerrada hacia la purificadora ante el fallo.
- Electro Válvula SV2 para agua de llenado y desplazamiento de 2/2, cerrada ante el fallo.
- Electro Válvula SV1 para agua de control de 2/2, cerrada ante el fallo.
- Switch de Presión PS para detectar presión de aceite de descarga.
- Transmisor de Temperatura TT para detectar temperatura de aceite de ingreso al módulo purificador.
- Switch de Flujo FS para detectar fuga de aceite por la mirilla.
- Elemento primario de velocidad SE para sensar la velocidad del eje de la centrifuga.
- Controlador Lógico programable para gestionar el proceso de purificación.
- Interfase Hombre Máquina para permitir configuración de parámetros, inicialización del sistema, puesta en marcha del proceso, e indicación de alarmas.

3.4 DIMENSIONAMIENTO Y ESPECIFICACIONES DE COMPONENTES

3.4.1 Válvulas

Las válvulas se las especificará de acuerdo a la aplicación, dimensiones y condiciones generales del proceso a la cual se la someta dicha válvula. Esto se incluye diámetros de las tuberías a las cuales se acoplarán, temperaturas de operación y medios en los cuales se encontrarán. De acuerdo a lo anterior las válvulas quedan especificadas tomando solamente en cuenta su aplicación de la siguiente manera:

Válvula de paso para control de aire

Tipo de Válvula: 2/2 de Bola.

Tipo de Accionamiento: Manual a 90°

Temperatura: $\geq 50^{\circ}\text{C}$
Presión: ≥ 10 bares max.
Diámetro: 1/4 NPT
Medio: Aire Comprimido
Material: SS.

Válvula para control de aire

Tipo de Válvula: 3/2.
Tipo de Accionamiento: Solenoide con retorno de resorte.
Voltaje: 220Vac con conexión a tierra.
Estado sin energía: Cerrada.
Temperatura: $\geq 80^{\circ}\text{C}$
Presión: ≥ 10 bares
Diámetro: ¼ " NPT
Medio: Aire Comprimido.
Material: SS.

Válvula para control de aceite

Tipo de Válvula: 3/2 de bola.
Tipo de Accionamiento: Neumático con retorno de resorte.
Presión de Control: 5 bar máx.
Estado sin energía: Cerrada.
Temperatura: $\geq 100^{\circ}\text{C}$.
Presión: ≥ 2 bares.
Diámetro: 1 ½ " NPT.
Medio: Aceite Lubricante SAE 30.
Material: SS.

Válvula para agua de Llenado y Desplazamiento

Tipo de Válvula: 2/2.
Tipo de Accionamiento: Solenoide con retorno de resorte.

Voltaje: 220Vac con conexión a tierra.

Estado sin energía: Cerrada.

Temperatura: $\geq 80^{\circ}\text{C}$

Presión: ≥ 2 bares

Diámetro: $\frac{1}{2}$ " NPT

Medio: Agua Caliente

Material: SS.

Válvula para agua de Control

Tipo de Válvula: 2/2.

Tipo de Accionamiento: Solenoide con retorno de resorte.

Voltaje: 220Vac con conexión a tierra.

Estado sin energía: Cerrada.

Temperatura: $\geq 80^{\circ}\text{C}$

Presión: ≥ 2 bares

Diámetro: $\frac{1}{2}$ " NPT

Medio: Agua Caliente

Material: SS.

3.4.2 Instrumentación

Así mismo la instrumentación se la ha especificado de acuerdo a la aplicación, dimensiones y condiciones generales del proceso a la cual se someta dicho instrumento, como es el caso que aquí se trabajará principalmente con aceite lubricante SAE-30 a 90°C máx. Así mismo se tomará en cuenta los diámetros de las tuberías a las cuales se acoplarán, temperaturas de operación y medios en los cuales se encontrarán. De acuerdo a lo anterior la instrumentación queda especificada de la siguiente manera:

Switch de Presión para Aceite de Descarga

Temperatura: $\geq 100^{\circ}\text{C}$

Presión: 5 bar máx.
Regulación: 0.5 - 3 bar.
Contactos: 1 NO, 1 NC / 24Vdc / 2 A.
Diámetro: ¼ " NPT macho.
Medio: Aceite Lubricante SAE 30.
Material: SS.

Unidad de Mantenimiento para Aire Comprimido

Presión de Entrada: 10 bar max.
Regulación: 0-7 bar.
Diámetro: ¼ " NPT.
Temperatura: $\geq 50^{\circ}\text{C}$.
Medio: Aire Comprimido.
Accesorios: Lubricador y filtro.
Material: SS.

Sensor Inductivo de Proximidad

Frecuencia: 1 kHz mínimo.
Tipo: PNP
Voltaje de operación: 24 Vdc.
Diámetro: ¼ " NPT.
Temperatura: $\geq 100^{\circ}\text{C}$
Corriente: 300mA máx.
Montaje: Razante.
Rango de Medición: 1-2 mm.

Sensor de Temperatura RTD

Tipo: Pt100
Rango: -50°C a 450°C
Diámetro: ½"
Longitud: 4"

Material: cabezal Aluminizado

Accesorio: Pozo térmico, 5", aluminizado.

Conexión: 3 hilos

3.4.3 Controlador y Módulos de expansión, Interfase HMI, Fuente de Alimentación y Preactuadores.

El controlador se lo ha escogido de acuerdo a las entradas necesarias para el control del proceso, esto es 2 salidas para el arranque del purificador, 1 para arranque de bomba de alimentación, 3 electro válvulas de control, 1 alarma general, y 2 para luces piloto. Así mismo las entradas necesarias son 1 para sensor de velocidad, 4 para botones del tablero, 1 para switch del tablero, 1 para disparo térmico, 1 para presostato, 1 para switch de flujo, 1 entrada análoga para PT100. Puertos de comunicación RS-232 y Fast-Ethernet.

La interfase HMI se la dimensiona de acuerdo a la función que esta tendrá en el panel, esto es el medio de entrada de tiempos de programa, opciones de presentación de resultados, comunicación hacia el controlador, esto es mediante un puerto de comunicaciones RS-232, etc.

La fuente se la dimensionará de acuerdo a los dispositivos que serán alimentados por la misma, buscando que estos funcionen a 24Vdc. En este caso el dispositivo que se alimente serán los sensores y la interfase HMI. La interfase se supone un consumo de 10W y los sensores un consumo de 15W dando un total de 25W, pero sobredimensionando un 80% se tiene un total aproximado de 40W.

Con estas consideraciones nuestros dispositivos dimensionados quedarán de la siguiente manera:

PLC Compacto

Voltaje de Alimentación: 220Vac

Entradas: 12 Entradas Digitales a 24 Vdc, 1 Entrada para contador Rápido.

Salidas: 12 Salidas Digitales a Relé 2A/24Vdc.

Comunicaciones: RS-232 puerto mini DIN, Fast-Ethernet puerto RJ45.

Capacidad de Expansión: Módulos de Entradas Análogas.

Memoria: 1000 instrucciones mínimo.

Programación: Funciones Standard, 2 Contadores Rápidos y de Frecuencia, 40 Temporizadores, 100 bits internos, 100 palabras internas.

Software de Programación: Lenguaje Ladder y Lista de Instrucciones.

Temperatura de Operación: 30°C

Grado de Protección: IP20.

Altitud: 3000 m.

Resistencia a la vibración: 10Hz, Amplitud 0.01 mm.

Montaje: Riel DIN 35 mm.

Taza de Procesamiento de Datos: mayor a 10 Kbits/s.

Certificaciones: CE, UL, cUL

Módulo de Entradas Analógicas

Tipo: Entrada para dispositivos de medición de Temperatura

Entradas: 2

Resolución: 12 bits

Rango: PT100

Periodo de Adquisición: <40ms

Aislamiento: Entre canales y Tierra

Temperatura de Operación: 30°C

Grado de Protección: IP20.

Altitud: 3000 m.

Resistencia a la vibración: 10Hz, Amplitud 0.01 mm.

Montaje: Riel DIN 35 mm.

Alimentación: 24Vdc.

Certificaciones: CE, UL, cUL

Interfase HMI

Voltaje de Alimentación: 24 Vdc.

Tipo: Interfase con Pantalla de Toque sensitiva.
Resolución: 320x240 píxeles, 5.7".
Medio de Entrada del Operador: Pantalla de toque Resistiva.
Memoria: 2 MB.
Temperatura de Operación: 30°C
Grado de Protección: IP20.
Altitud: 3000 m.
Resistencia a la vibración: 10Hz, Amplitud 0.01 mm.
Montaje: Para empotrar en panel.
Puerto de Comunicación: RS-232
Software de Programación: Tipo Gráfico en Windows
PLCs Aceptado: TWIDO
Certificaciones: CE, UL, cUL

Fuente de Alimentación

Voltaje de Alimentación: 220 Vac.
Voltaje de Salida: 24Vdc
Potencia de Salida: 45W.
Protección de Sobrecarga: 105%-150%
Temperatura de Operación: 30°C
Grado de Protección: IP20.
Altitud: 3000 m.
Montaje: Riel DIN 35 mm.
Tipo de Enfriamiento: Por convección de Aire.

Preactuadores

Tipo: Relé de mando.
Bobina: 220Vac
Polos: 1 polo
Contactos: 220Vac, 5A.
Montaje: Riel DIN 35mm
Temperatura de Operación: 30°C

Grado de Protección: IP20.

3.4.4 Tubería y Accesorios para el montaje Mecánico

La tubería necesaria para la interconexión física se la detalla a continuación y valiéndonos de nuestro diagrama de procesos y estimando físicamente las distancias para la interconexión de los dispositivos tenemos que los siguientes materiales se hacen necesarios para la interconexión mecánica de los dispositivos, instrumentación, válvulas, etc.

Tabla 3.1. Accesorios para Montaje Mecánico

Ítem	Observaciones	Cantidad
Tubería de Cobre 3/8	Presión de operación: 10 bar	6 m
Acoples de bronce		6
Acoples de Bronce para montaje de la válvula de Alimentación de aceite a la purificadora.		1
Acople de Bronce para montaje de electro válvula de control.		1
Tubería de hierro Aluminizado de 1/2"		2 m
Codos de 1/2"		2
Neplos de 1/2"		9
T de 1/2"		2
Acople universal de 1/2"		1
Codos de 1 1/2 de hierro aluminizado.		2
Neplos de hierro aluminizado de 1 1/2		3

Manguera flexible $\frac{3}{4}$		2m
---------------------------------	--	----

3.4.5 Cables, Terminales y Accesorios para Montaje Eléctrico

Así mismo para la interconexión entre dispositivos eléctricos se hace necesario la provisión de cables que servirán para el armado del tablero que alojará el controlador para nuestro proyecto de automatización de la máquina purificadora y demás interconexiones con los sensores y actuadores.

Tabla 3.2. Accesorios para Montaje Eléctrico

Ítem	Observaciones	Cantidad
Cable concéntrico apantallado 3x16 AWG	Voltaje de Aislamiento 300V	60 m
Cable para control THHN 20 AWG	Voltaje de Aislamiento 300V	200m
Terminales tipo puntera para cable 18-20 AWG		200
Terminales tipo puntera para cable 14-16 AWG		200
Cable para tierra THHN 14 AWG		3 m
Terminales tipo ojo para puesta a tierra		2
Prensaestopas para cables	Material: Plástico Diámetro: 5 mm	10
Tubo Conduit	Diámetro: 1 1/2 "	30 cm
Terminales para tubo Conduit 1 1/2		2
Canaleta cerrada	Material: Plástico Dimensiones: 4cmx2cmx2m	4 m
Riel Din 35 mm	Material: Hierro Acerado	1.5 m
Canaleta abierta	Material: Plástico Dimensiones: 2cmx2cmx2m	2 m

Borneras de paso de 2mm	Material: Plástico	40
Borneras de paso con porta fusible 4mm		10
Borneras de puesta a tierra		10
Sujeta borneras		10
Marquillas para cables		1
Caja Metálica de doble Fondo, NEMA 4	Dimensiones: 40x40x20 cm	1

3.5 PLANOS DE INTERCONEXIÓN

3.5.1 Lógica de Diseño de Detalle

Los planos de interconexión están graficados tomando en cuenta el diagrama de procesos y la funcionalidad que se quiere dar al sistema. Estos planos están divididos en dos módulos.

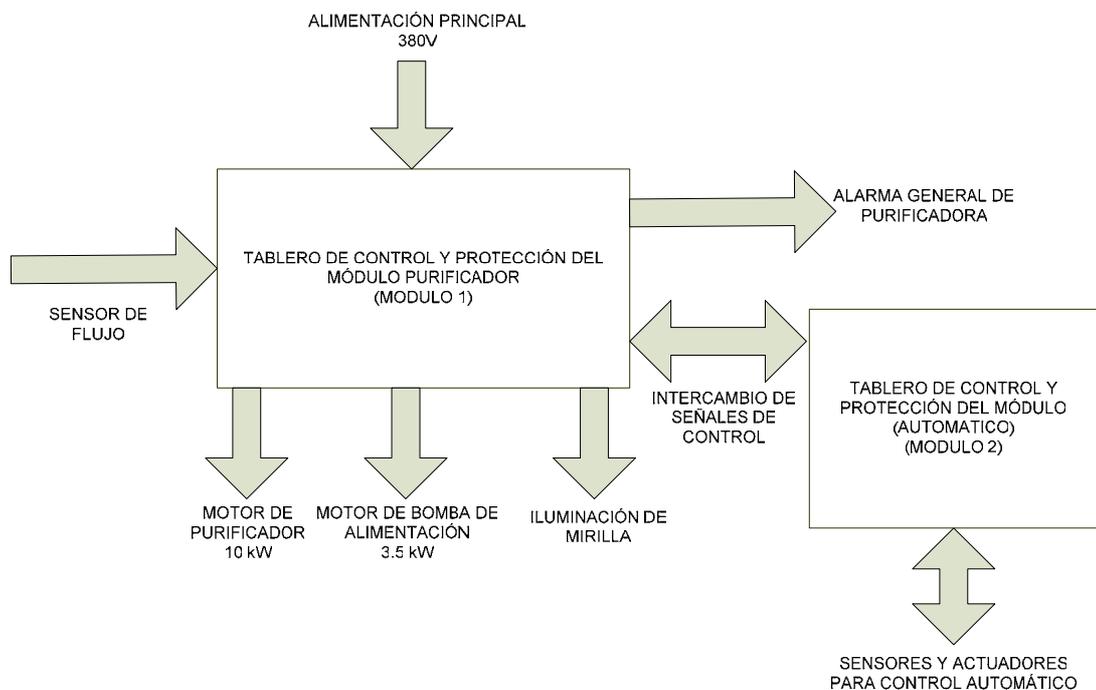


Figura 3.8. Diagrama Esquemático de Lógica de Diseño

Módulo 1. Debido a que para el proyecto se condicionó el uso del tablero original de control por parte de la jefatura de Central, este tablero se acondicionará de acuerdo a los planos originales para hacerlos compatibles con los planos de un nuevo tablero donde se alojará solo el sistema controlador y se acople al original con los preactuadores electromecánicos para dar las funcionalidades que se requiere para el sistema.

Módulo 2. Constará del plano funcional a instalarse en un panel nuevo que alojará el sistema controlador de donde saldrán las diferentes señales a los diferentes actuadores y así mismo recibirá las señales de los diferentes sensores del proceso y se interconectará al módulo 1.

3.5.2 Diseño

Los planos serán diseñados en base a la norma IEC usando símbolos que cumplan dicha normativa. En el ANEXO 1 se muestran los símbolos usados para la construcción de los diagramas de interconexión usados en el presente proyecto.

3.5.3 Planos de Interconexión

La lógica de construcción está dado en base a los diferentes elementos dimensionados para el presente proyecto.

Obtención de Fuente de 220Vac para aparatos Electromecánicos de Control

Como primera parte vamos a definir la interconexión del nuestro transformador de voltaje de 380/220Vac ya que el voltaje de control será de 220V en nuestro tablero. Para cumplir esto se tomará una derivación de la línea de 380Vac con las respectivas protecciones en el lado de 380V y 220V, en este caso se la toma la del diseño original del Módulo 1 (Figura 3.9.).

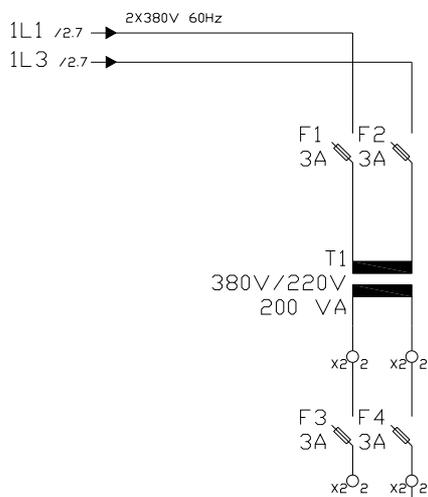


Figura 3.9. Interconexión de transformador para control

Obtención de Fuente de 24Vdc para aparatos Sensores y aparatos de Maniobra

Para el efecto se tomará una derivación de la línea de 220Vac para energizar la fuente y se sacará dos derivaciones a 24Vdc con las respectivas protecciones a la salida de la fuente de poder (Figura 3.10). Esto irá instalado en el Módulo U2.0 y una derivación será usada para alimentar al mismo, mientras que la otra servirá para alimentar el módulo U1.0. Donde irán colocados los aparatos de maniobra y demás dispositivos que necesiten de esta tensión de trabajo.

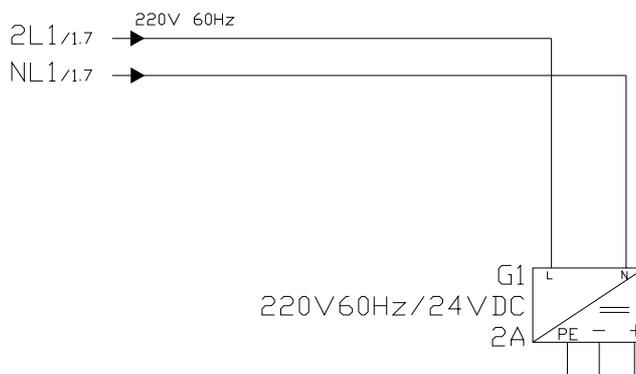


Figura 3.10. Interconexión de fuente voltaje DC

Interconexión de las entradas y salidas del dispositivo Controlador

La interconexión se lo hará de acuerdo al diagrama de interconexiones sugeridos por el fabricante, tomando en cuenta el voltaje de trabajo y corrientes que soportan cada una de las entradas y salidas. El esquema sugerido se lo muestra en la figura 3.9. Las salidas a relé se usarán para actuar los preactuadores (relés de mando), los cuales controlarán los diferentes aparatos actuadores. Se suministrará 220Vac a cada uno de los terminales COM de los terminales de salida del PLC.

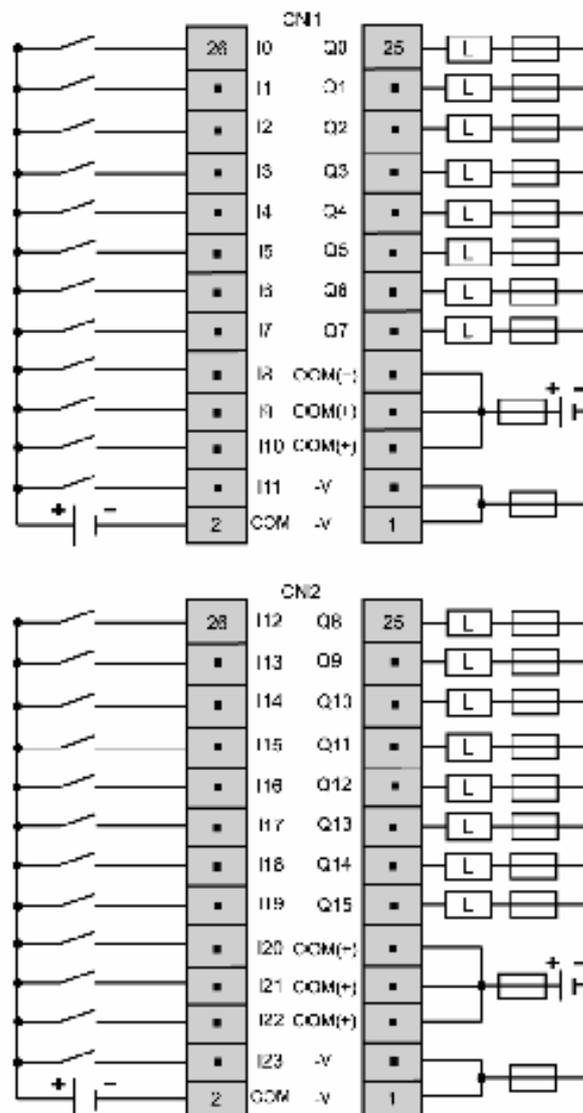


Figura 3.11. Diagrama Esquemático de Interconexión de PLC TWIDO

Para la conexión de las entradas, se tomará en cuenta principalmente la entrada usada por el contador rápido ya que se usa 4 entradas (I0, I1, I2, I3), de las cuales solo se utiliza una canal (I1) y los demás se los deja libres. La conexión para las entradas discretas se las hará usándolas en modo SINK, con lo cual se polariza el común de las entradas con el neutro de la fuente de 24Vdc, y se energiza el paso por los interruptores tanto de los aparatos de maniobra y sensores.

La alimentación principal se lo hará según especificaciones del fabricante y de acuerdo a lo dimensionado será con un voltaje de trabajo de 220Vac y se instalará a tierra usando el Terminal para dicho propósito.

Interconexión de la interfaz HMI

Según la interfase que se adquiera, se conectará su alimentación de 24Vdc, y se interconectará el cable de comunicaciones entre el PLC y HMI, se conectará su terminal de disposición para tierra según lo indicado por el fabricante.

Interconexión de los elementos electromecánicos

Se las hará de acuerdo a las normativas de interconexión y voltajes indicados por el fabricante en relación a lo solicitado en el dimensionamiento de los elementos y actuadores del proyecto.

3.5.4 Diagramas de Interconexión

ANEXO 2

CAPITULO IV

SOFTWARE DE CONTROL

4.1 SOFTWARE DEL CONTROLADOR

En el uso de controladores programables, la base para su funcionamiento es su software de control para que lleve a cabo las funciones previstas para el control de los diferentes dispositivos que se encuentran bajo mando del mismo. Para la programación del controlador lógico programable se ha previsto usar el programa TwidoSoft que sirve específicamente para configurar y programar los controladores programables TWIDO.

4.1.1 TwidoSoft

TwidoSoft es un ambiente de desarrollo gráfico para crear, configurar, y dar mantenimiento a aplicaciones para los Controladores Programables TWIDO. TwidoSoft permite crear programas con diferentes tipos de lenguajes para la programación de PLCs, y así mismo transferir las diferentes aplicaciones para correr estas en los controladores. TwidoSoft es un programa basado en Windows de 32 bits la cual puede tener el sistema operativo Windows 98, 2000, o XP.

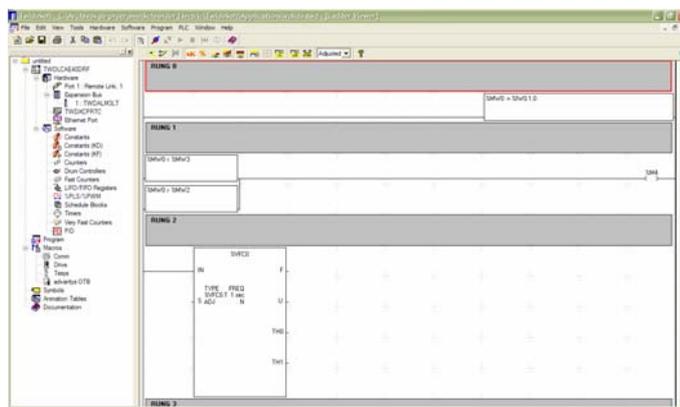


Figura 4.1. Ambiente de TwidoSoft

Principales Características de TwidoSoft

- Interfase de usuario basada en Windows
- Programa y configura los controladores TWIDO
- Control y Comunicación con los Controladores TWIDO

Requerimientos Mínimos para Correr Twidosoft

- Pentium 300MHz
- 128 Mb de RAM
- 40 Mb de espacio libre en disco Duro
- Sistema Operativo Windows 92, 2000, XP.

Lenguajes de Programación para TWIDO

Debido a que un controlador programable lee las entradas y salidas, y resuelve la lógica basado en un programa de control, la creación de un programa de control para un PLC Twido consiste en escribir una serie de instrucciones en uno de los lenguajes que Twido maneja. Twido maneja los siguientes tipos de lenguaje:

- **Lenguaje de Lista de Instrucciones.** Este es un método de programación con una serie de expresiones lógicas escritas como una secuencia de instrucciones Booleanas.

```
0 BLK %C8
1 LDF %I0.1
2 R
3 LD %I0.2
4 AND %M0
5 CU
6 OUT_BLK
7 LD D
8 AND %M1
9 ST %Q0.4
10 END_BLK
```

Figura 4.2. Ejemplo de programación usando Lista de Instrucciones

- Ladder.** Es un medio que se usa medios gráficos de contactos y lógica de relés para mostrar una expresión lógica del programa escrito. La disposición grafica de contactos y bobinas representan una expresión lógica.

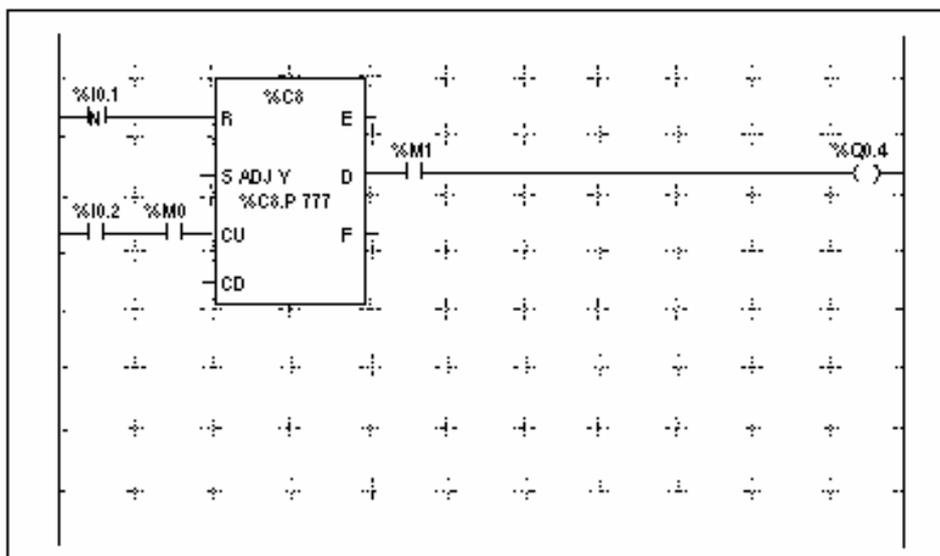


Figura 4.3. Ejemplo de programación usando Ladder

- Grafcet.** Es un lenguaje diseñado con una serie de pasos y transiciones de programa, el cual es un método analítico que divide cualquier sistema de control secuencial en una serie de pasos con sus acciones, transiciones, y condiciones asociadas a éste. Twido Soporta Grafcet lógico únicamente.

0	±	3
1	LD	%M10
2	#	4
3	#	5
4	±	4
5	LD	%I0.7
6	#	6
7	±	5
8	LD	%M15
9	#	7
10	...	

Figura 4.4. Ejemplo de programación usando Grafcet

Por lo tanto para la creación de cualquier tipo de programa se puede usar cualquiera de estos lenguajes para la creación de cualquier programa de control. Existe la posibilidad de intercambiar el modo de programación entre el modo de lista de instrucciones y Ladder y viceversa de modo que se pueda usar los dos al mismo tiempo.

4.1.2 Programación con TwidoSoft

Direccionamiento de Objetos Tipo Bit

Para alcanzar este propósito se usa el siguiente formato para direccionar un bit ya sea este interno, sistema, y objetos step –bit.

Tabla 4.1.Sintaxis de direccionamiento de bits

Símbolo	Objeto	Índice
%	M, s, X	i

Ejemplos de direccionamiento de Objetos tipo Bit

- %M25 = Bit interno número 25
- %S20 = Bit de sistema número 20
- %X6 = Bit de paso número 6

Objeto tipo bit Extraídos desde Objetos Word

Se puede extraer un bit de objetos tipo Word de 16 bits. La dirección del objeto Word es entonces completado por el bit de la columna extraído de acuerdo a la siguiente sintaxis.

Tabla 4.2. Sintaxis de extracción de bits de objetos Word

Símbolo	Objeto	Indice
%	WORD	.Xk (K: 0-15)

Ejemplos de Bits extraídos de Objetos Word

- %MW5:X6 = bit numero 6 del objeto word %MW5
- %QW5.1:X10 = bit numero 6 del objeto word %QW5.1

Direccionamiento de Objetos Tipo Word

Para alcanzar este propósito se usa el siguiente formato para direccionar un objeto tipo word.

Tabla 4.3. Sintaxis de direccionamiento de objetos Word

Símbolo	Objeto	Formato	Indice
%	M,K,S	W	I

Ejemplos de Direccionamiento de Objetos tipo Bit

- %MW15 = Objeto Word interno 15
- %KW26 = Objeto Word constante 26
- %SW30 = Objeto Word de sistema 30

Direccionamiento de Objetos Tipo Flotante

Para alcanzar este propósito se usa el siguiente formato para direccionar un objeto tipo flotante.

Tabla 4.4. Sintaxis de direccionamiento de objetos flotantes

Símbolo	Objeto	Formato	Indice
%	M,K, S	F	I

Ejemplos de Direccionamiento de Objetos tipo Bit.

- %MF15 = Objeto Flotante interno 15
- %KF26 = Objeto Flotante constante 26

Direccionamiento de Entradas y Salidas

Cada Entrada/Salida en la configuración de un PLC Twido tiene una dirección única: Por ejemplo la dirección “%I0.0.4” es asignada a la entrada 4 del controlador. Las direcciones de Entrada/Salida pueden ser asignadas al siguiente Hardware:

- Controlador Configurado Como Enlace Remoto Master
- Controlador Configurado con Entrada/Salida Remota
- Módulos de Expansión de entrada Salida

Se usa el siguiente formato para la configuración de entradas salidas.

Tabla 4.5. Sintaxis de direccionamiento de Entradas/Salidas digitales.

Símbolo	Objeto	Posición del Controlador	Tipo de Entrada/Salida	Número del Canal
%	I,Q	X	.y	.z

Tabla 4.6. Sintaxis de direccionamiento de intercambio de objetos tipo Word.

Símbolo	Objeto	Formato	Posición del Controlador	Tipo de Entrada/Salida
%	I,Q	W	x	.y

Ejemplos de Direccionamiento de Entradas/Salidas

- %I0.0.5 = Punto de entrada número 5 en el controlador base.
- %Q0.3.4 = Punto de Salida número 4 en el módulo de expansión en la dirección 3 para el controlador base.

Bloques de Funciones

Los bloques de funciones soportan objetos tipo bit y Word las cuales pueden ser accesadas por el programa. La siguiente figura provee un ejemplo de un bloque de función.

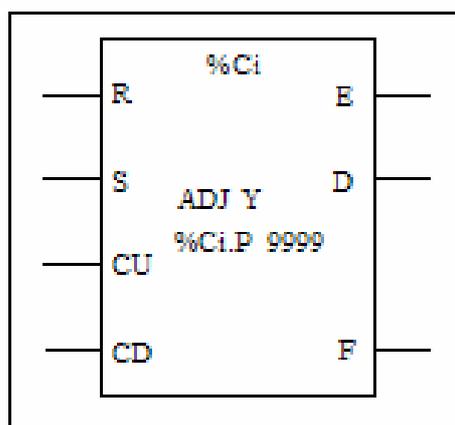


Figura 4.5. Ejemplo de bloque de función

Dentro de las funciones incorporadas dentro de TwidoSoft tenemos: Contadores, Contadores Rápidos, Contactos Especiales, Bobinas Especiales, Temporizadores, Bloques de Comparación, Contactos, Bobinas, etc. que unidas dan lógica a un programa estructurado para cumplir operaciones específicas.

4.1.3 Programación del Software del controlador

Para la programación del software del controlador se usa el lenguaje ladder debido a que la aplicación del presente proyecto, la aplicación de la lógica de control es una coordinación entre variables discretas On-Off.

Configuración Básica del controlador

En una nueva sesión de TwidoSoft se selecciona el tipo de controlador a usarse, en este caso el TWDLCAE40DRF, así mismo se adiciona el módulo de expansión TWDALM3LT que es un módulo de entradas análogas, así mismo se configura el tipo de conexión para la programación la cual es mediante el puerto

USB. El módulo de entradas analógicas se la configura el tipo de PT100 con un rango de -50°C a 450°C.

4.1.4 Diagrama de Flujo para Programación del Software del controlador

Para la programación de cualquier aplicación es necesario dotar una estructura lógica básica que sirva de guía para conseguir el resultado deseado en la aplicación. En la Figura 4.6. se puede apreciar la lógica global de programación usada para transportar la serie de secuencias y maniobras necesarias para que nuestra aplicación se adapte al proceso brindando la mayor flexibilidad y entendimiento de la estructura de programación.

Nuestro proceso empieza con la preparación del módulo para el funcionamiento Iniciar Sistema, en esta etapa se enciende el motor de la bomba de alimentación de aceite y el módulo purificador con la Secuencia I, luego se monitorea si la velocidad de la bola a alcanzado 1700rpm, para cambiar el arranque del módulo purificador a la siguiente etapa Secuencia II. Una vez alcanzado la velocidad nominal se envía una señal a la interfase HMI una señal de LISTO PARA OPERAR. Si el operador decide iniciar con la operación envía desde la interfase HMI una señal de inicio del proceso y el controlador ejecuta las operaciones y secuencia necesarias de activación de actuadores para dar funcionalidad al proceso. Esto básicamente es la apertura y cerrado de válvulas con tiempos predefinidos para esta operación. Además luego de esta secuencia se da paso al aceite para que ingrese al módulo purificador y se activen la serie de sensores para la supervisión de pérdida de aceite o fallos que se pueda tener en la operación. Luego de haber transcurrido el tiempo de purificación, se realiza los pasos necesarios para la secuencia de descarga de la bola tal como se describe en el diagrama de flujo y se reinicia nuevamente el proceso de manera automática. Si existe una falla, se procede directamente a realizar el proceso de finalización, se desplaza las alarmas suscitadas y se pone el módulo en espera de una orden del operador para reiniciar el proceso.

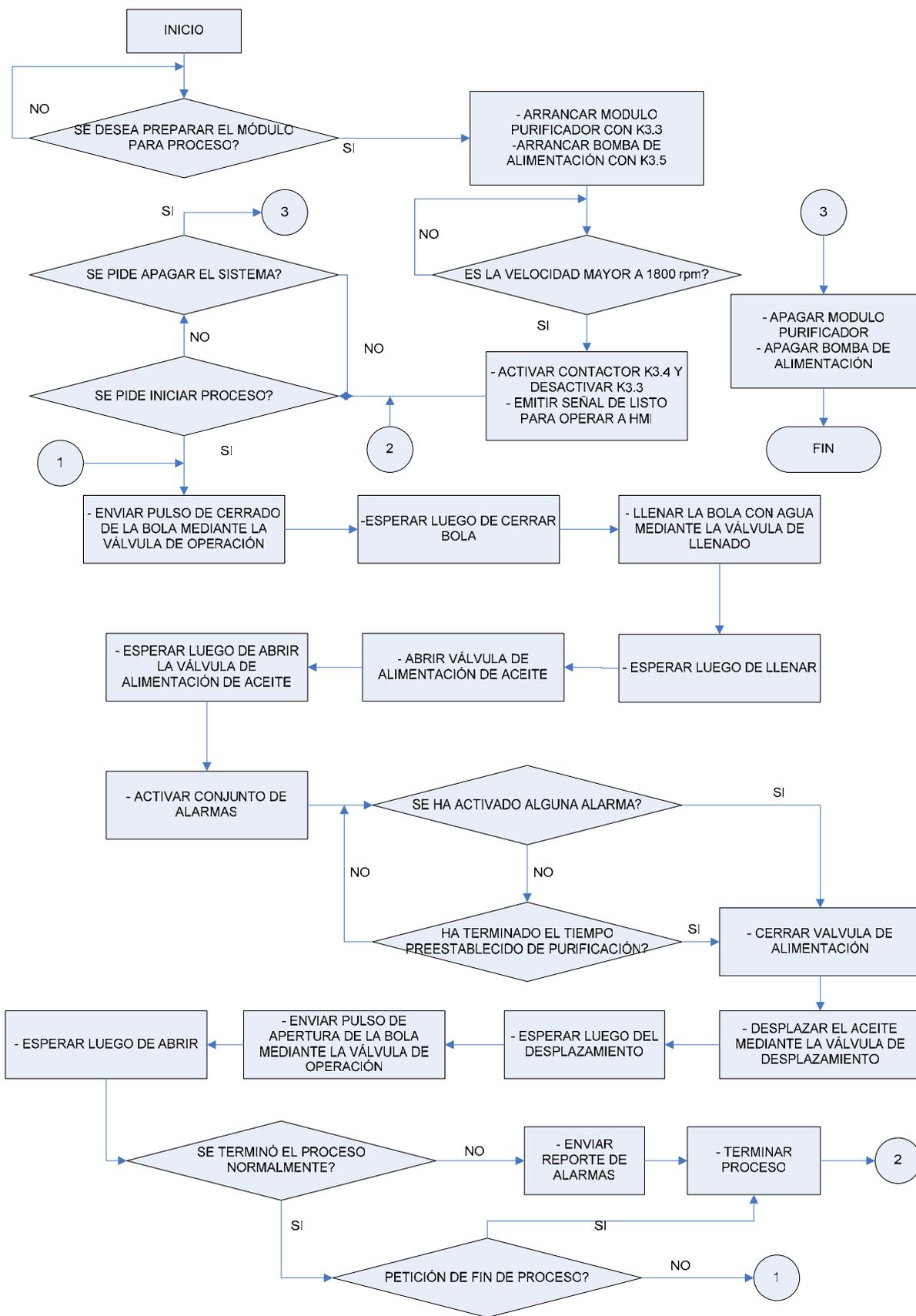


Figura 4.6. Diagrama de flujo para la operación automática

4.1.5 Diagrama para Control de Tiempos y Válvulas

El diagrama para el control de tiempos y válvulas nos permite tener una idea mas detallada de la secuencia que debe tener la operación de las válvulas para el correcto funcionamiento y operación del proceso de purificación de aceite. En el diagrama se ve que el proceso empieza con el arranque, luego se envía un pulso de cerrado, para lo cual se activa la válvula de operación por un lapso de tiempo, se espera por un tiempo y se realiza el llenado para lo cual se actúa la válvula de desplazamiento y llenado, inmediatamente luego se espera un pequeño lapso de tiempo luego del llenado para que se abra la válvula de alimentación de aceite. Se pausa un tiempo pequeño y se da un pulso de refresco, actuando la válvula de agua de operación. Esto se hace repetitivamente mientras se encuentra abierta la válvula de aceite. Luego que el tiempo de purificación ha concluido, se cierra la válvula de aceite, se espera un pequeño lapso de tiempo y se desplaza el residuo de aceite del interior, activando la válvula de desplazamiento y llenado. Luego se descarga la bola dando un pulso prolongado de agua con la válvula de agua de operación. Luego el proceso se reinicia con el pulso de cerrado y así indefinidamente hasta el apagado de la máquina.

Funciones de Válvulas

Válvula de Alimentación de Aceite
 Válvula de Desplazamiento y Llenado
 Válvula de Agua de Operación



Tiempos de Programa

Arranque
 Pulso de Cerrado
 Esperar luego de cierre
 Llenado
 Esperar luego de llenado
 Pausa de repetición de pulso
 Pulso de refresco
 Esperar luego de purificar
 Desplazamiento
 Esperar
 Descargar
 Esperar

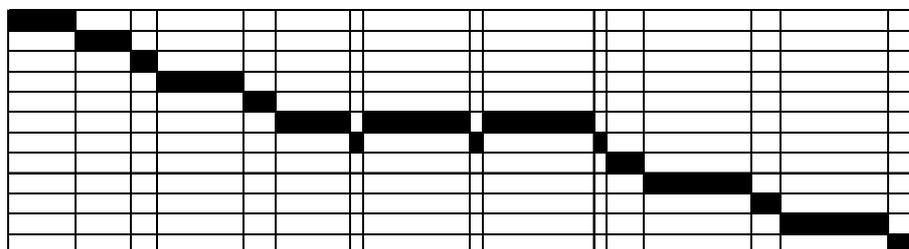


Figura 4.7. Diagrama para control de tiempos y válvulas

4.1.6 Asignación de Variables para la Programación del Controlador

Para la programación de la lógica de control se asignará las variables descritas a continuación donde se detallan sus respectivas funciones:

Tabla 4.7. Tabla de variables tipo Bit

Variable	Tipo	Función
%M0	Bit	Auxiliar para encendido de bomba de Alimentación desde HMI
%M1	Bit	Auxiliar para apagado de bomba de Alimentación desde HMI
%M2	Bit	Auxiliar para encendido de purificador desde HMI
%M3	Bit	Auxiliar para apagado de purificador desde HMI
%M4	Bit	Temperatura fuera de Rango
%M5	Bit	Velocidad baja de la bola
%M6	Bit	Habilitación del flotador y alarma de temperatura de primer minuto
%M7	Bit	Habilitación desde software de supervisor de presión (Manual)
%M8	Bit	Auxiliar para cadena de alarmas
%M9	Bit	Auxiliar de alarma general
%M10	Bit	Auxiliar de reconocimiento de alarma desde HMI
%M11	Bit	Auxiliar de inicio de proceso
%M12	Bit	Reinicio automático de ciclo de operación
%M13	Bit	Auxiliar para actuar cierre de la Bola
%M14	Bit	Auxiliar de indicación luego de cerrar
%M15	Bit	Auxiliar de pulso de llenado
%M16	Bit	Auxiliar de indicación luego de llenar
%M17	Bit	Auxiliar para finalizar el tiempo de purificación
%M18	Bit	Auxiliar para la activación de la válvula de aceite
%M19	Bit	Auxiliar para pulso de refresco dual
%M20	Bit	Auxiliar para pulso de refresco dual
%M21	Bit	Auxiliar para pulso de refresco actuar
%M22	Bit	Auxiliar para espera luego de cerrar bola
%M23	Bit	Auxiliar para desplazamiento

%M24	Bit	Espera luego de desplazamiento
%M25	Bit	Auxiliar para abrir bola
%M26	Bit	Auxiliar de descarga de la bola
%M27	Bit	Actuar la válvula de aceite (Manual)
%M28	Bit	Liberar la válvula de aceite (Manual)
%M29	Bit	Auxiliar para parar el proceso
%M30	Bit	Auxiliar para parpadeo
%M31	Bit	Auxiliar para parpadeo
%M32	Bit	Auxiliar del switch de presión
%M33	Bit	Auxiliar del switch de flujo
%M34	Bit	Auxiliar de falla térmica
%M99	Bit	Modo auto/manual

Tabla 4.8. Tabla de variables tipo Word

Variable	Tipo	Función
%MW0	Word	Valor de Temperatura en °C x 10
%MW1	Word	Valor de velocidad en rpm real
%MW2	Word	Configuración de límite alta temperatura °C x 10
%MW3	Word	Configuración de límite baja temperatura en °C x 10
%MW4	Word	Configuración de límite baja Velocidad en rpm
%MW5	Word	Tiempo restante de purificación en minutos
%MW6	Word	Tiempo restante de llenado en segundos
%MW7	Word	Tiempo restante de desplazamiento en segundos
%MW8	Word	Tiempo restante de apertura en 0.1 segundos
%MW9	Word	Tiempo restante de cerrado en 0.1 segundos
%MW10	Word	Tiempo restante de descarga en segundos
%MW11	Word	Arreglo para alarmas

Tabla 4.9. Tabla de Mapa de Bits Físicos de Entradas

Variable	Tipo	Función
%I0.0	Bit	Contador rápido %VFC0 (no conectado)
%I0.1	Bit	Contador rápido %VFC0 (sensor)
%I0.2	Bit	Contador rápido %VFC0 (no conectado)
%I0.3	Bit	Contador rápido %VFC0 (no conectado)
%I0.4	Bit	Botón para apagar bomba de alimentación desde panel
%I0.5	Bit	Botón para encender bomba de alimentación desde panel
%I0.6	Bit	Botón para apagar purificador desde panel
%I0.7	Bit	Botón para encender purificador desde panel
%I0.8	Bit	Switch de habilitación del flotador (manual)
%I0.9	Bit	Señal desde contactos de falla térmica
%I0.10	Bit	Señal desde switch de presión
%I0.11	Bit	Señal desde switch del flotador

Tabla 4.10. Tabla de mapa de Bits físicos de salidas

Variable	Tipo	Función
%Q0.2	Bit	Separadora secuencia I
%Q0.3	Bit	Separadora secuencia II
%Q0.4	Bit	Bomba de alimentación de Aceite
%Q0.5	Bit	Válvula de alimentación de aceite de 3/2
%Q0.6	Bit	Válvula de llenado y desplazamiento de 2/2
%Q0.7	Bit	Válvula de operación
%Q0.8	Bit	Luz de la purificadora
%Q0.9	Bit	Luz Piloto 1 (opcional)
%Q0.10	Bit	Luz Piloto 2 (opcional)
%Q0.11	Bit	Alarma General

Tabla 4.11. Tabla de mapa de variables de temporización

Variable	Tipo	Función
%TM0	TON	No usado
%TM1	TON	Retardo de Alarma General
%TM2	TON	Retardo de Alarma del Flotador y Temperatura
%TM3	TP	Temporizador de cierre de la bola
%TM4	TP	Temporizador de espera luego de cerrar
%TM5	TP	Temporizador de llenado
%TM6	TP	Temporizador de espera luego de llenar
%TM7	TON	Temporizador de purificación
%TM8	TON	Temporizador de clock agua de refresco
%TM9	TON	Temporizador de clock agua de refresco
%TM10	TP	Temporizador de pulso de agua de refresco
%TM11	TP	Temporizador de espera luego de cerrar válvula de alimentación
%TM12	TP	Temporizador de desplazamiento
%TM13	TP	Temporizador de espera luego del desplazamiento
%TM14	TP	Temporizador de pulso para abrir bola
%TM15	TP	Temporizador de espera luego de abrir bola
%TM16	TON	Temporizador para parpadeo
%TM17	TON	Temporizador para parpadeo

4.1.7 Estructuración del Programa del Controlador

Lectura de la Temperatura de Entrada de Aceite y Alarma

Se asigna el valor analógico de 12 bits %IW0.1.0 a una variable auxiliar tipo Word %MW0 mediante un bloque de operación, que servirá como variable de trabajo en nuestro entorno. El valor en %MW0 es un valor escalado del valor real de la temperatura del proceso ya que como se describió antes, en la configuración básica de este módulo se lo configuró para leer PT100 en la escala Celsius. El valor entregado es un entero escalado por 10, es decir, para indicar 20.9°C del proceso la variable %IW0.1.0 se actualizará con el valor 209. Con este valor en

memoria se hace la comparación con dos variables %MW2 y %MW3 ingresadas desde la interfase del operador para configurar la banda de operación. Esta banda de operación esta definida por un límite superior e inferior. Cuando la variable sale de estos límites se energiza %M4. La comparación se realiza usando dos bloques de comparación del entorno.

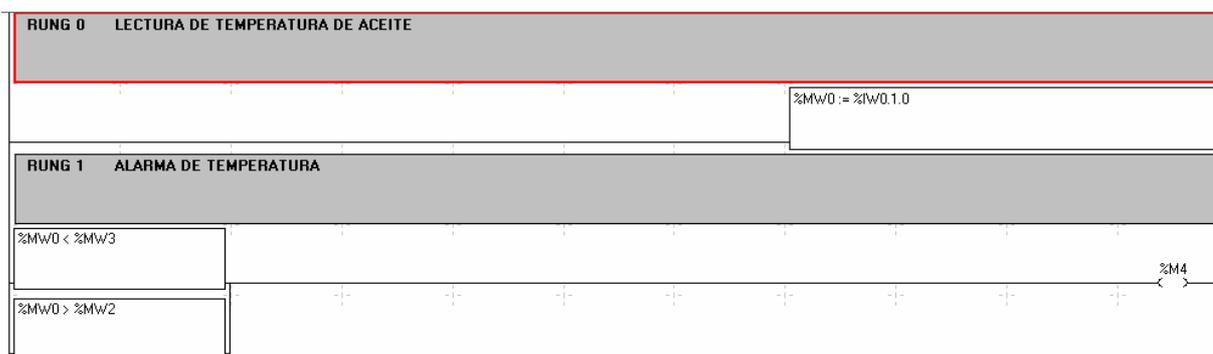


Figura 4.8. Lógica para la lectura de temperatura y alarma

Lectura de la velocidad de la bola y Alarma

Se usa un bloque de contador rápido %VFC0 configurado para la medición de frecuencia. Este leerá la frecuencia de entrada en la dirección %I0.1 del controlador ya que es el puerto por defecto para usar este bloque. Se configura el Time Window a 1 s, esto significa que el controlador leerá el número de pulsos dados en 1 segundo el cual será el valor de la frecuencia. Es decir si el controlador lee 100 pulsos en un segundo significa que la frecuencia es 100Hz. Para nuestra aplicación esta señal proviene desde un sensor inductivo que leerá dos pulsos por vuelta del volante donde se trasmite la fuerza desde el motor eléctrico. Esto significa a la velocidad nominal $\omega_B = 1800rpm \Rightarrow f_B = 30Hz$, pero como se tiene dos pulsaciones por vuelta la lectura de frecuencia se tendrá el doble de la frecuencia de rotación, es decir, $f_{PLC} = 60Hz$ pero esta frecuencia se debe escalar para mostrar la velocidad real del volante, así que la escalamos a rpm sabiendo que $f_{PLC} = 2f_B$, luego $\omega_B(rpm) = 60f_B$ debido a que para pasar un valor de frecuencia en Hz a velocidad en rpm multiplicamos por 60 para escalar a revoluciones por minuto. Luego reemplazando $f_{PLC} = 2f_B$ en $\omega_B(rpm) = 60f_B$ tenemos $\omega_B(rpm) = 60 \frac{f_{PLC}}{2}$ y esto es igual a $\omega_B(rpm) = 30f_{PLC}$, lo que significa que

el valor de frecuencia leído en el PLC, al ser multiplicado por una factor de escala de 30 mostrará el valor real de la velocidad de la bola en rpm. Esto de lo hace en el bloque de operación al multiplicar la frecuencia leída en %MFC0.V por 30 y almacenarla en %MW1. Para la alarma se la compara si es menor de una variable ingresada desde el panel HMI %MW4.

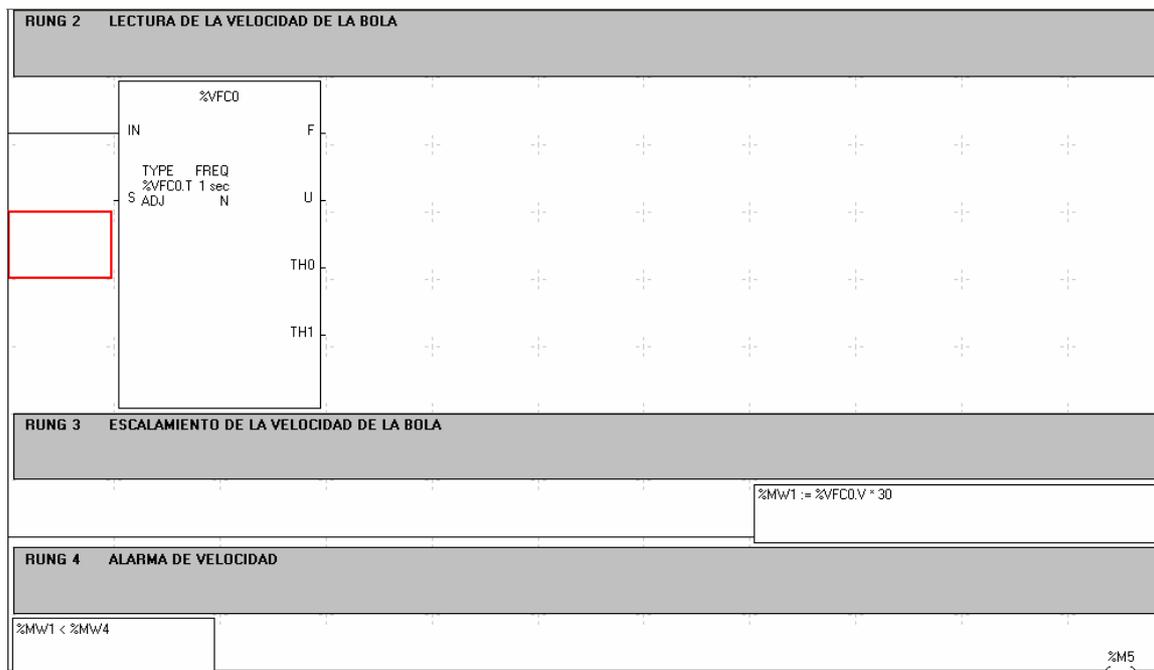


Figura 4.9. Lógica para la lectura de Velocidad, Escalamiento, y Alarma

Retardo para la activación de Alarmas de Temperatura y Flotador

Debido a que mientras el aceite no circule por el calentador no se calentará, y esta circulación solo se hace cuando se permite su ingreso al módulo purificador, y además luego de permitir el ingreso del aceite a la máquina se desaloja el agua por la mirilla accionando el flotador cosa que es normal dentro del primer minuto se usa un temporizador del tipo ON DELAY %TM2 para retrazar la habilitación de estas alarmas dentro del primer minuto luego que se haya abierto la válvula de alimentación es decir con %Q0.5.

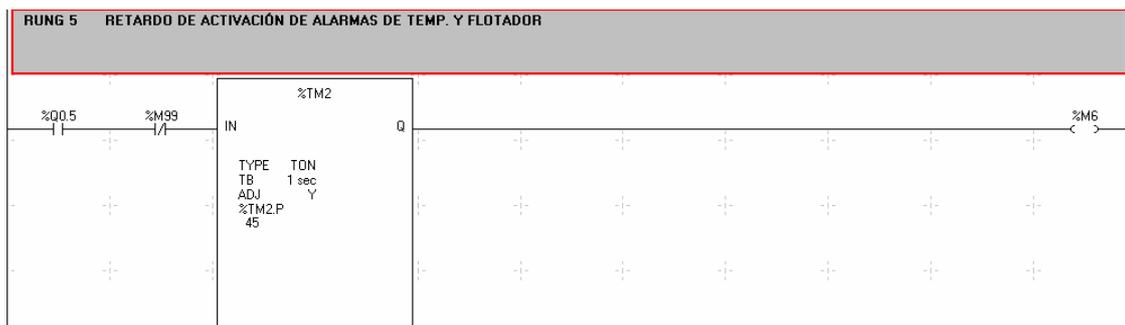


Figura 4.10. Retardo de alarma de primer minuto para Temperatura y Flotador

Retardo para la activación de Alarma General

Debido a que pueden existir pequeños transitorios de activación de cualquier tipo de alarma y el sistema pueda recuperarse automáticamente se provee de un sistema de retardo de alarma para eliminar dichos transitorios. Este retardo es configurado desde el panel HMI, se actúa directamente sobre el temporizador ON DELAY %TM1.

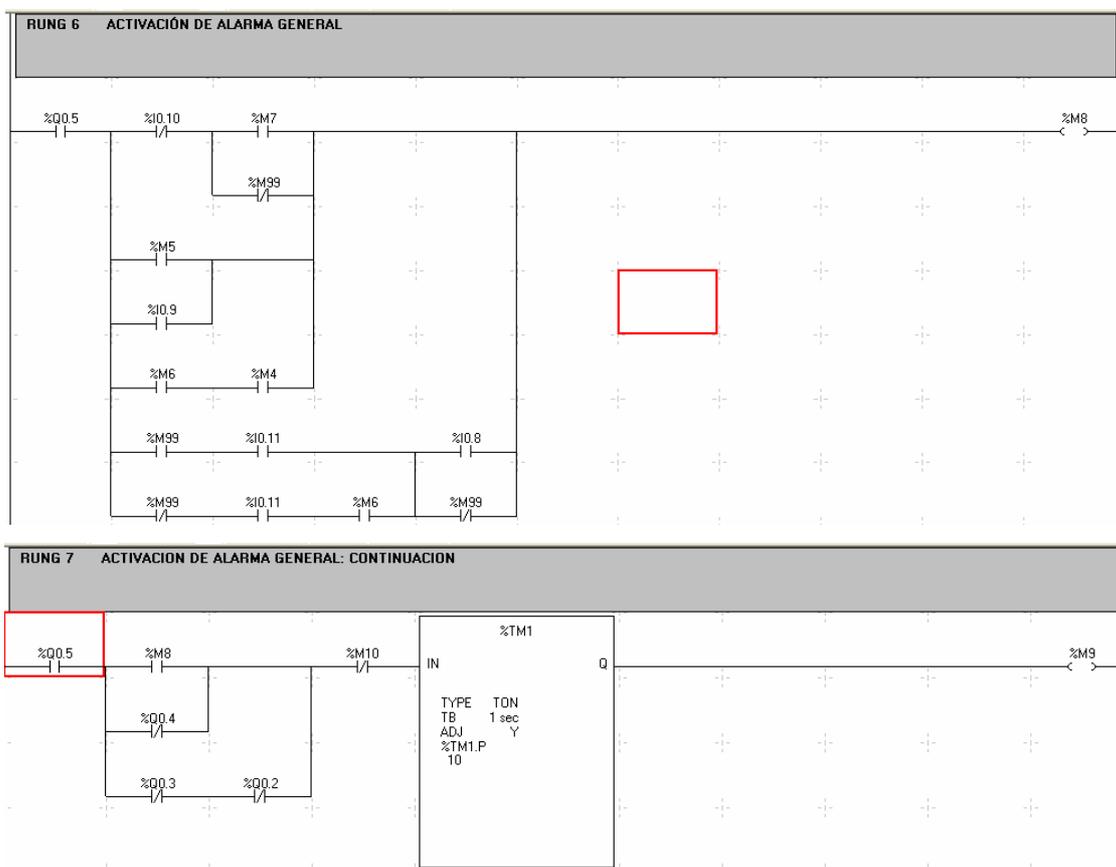


Figura 4.11. Retardo de alarma general

Arranque de la Bomba de Alimentación y Purificador

El arranque y parada del motor de la bomba de alimentación se lo hace desde el panel de control de los botones asignados a las entradas %I0.5 y %I0.4 respectivamente, o desde la interfase HMI con las variables %M0 y %M1 para encender y apagar. Así mismo, el arranque y parada del motor de la purificadora se lo hace desde el panel de control de los botones asignados a las entradas %I0.7 y %I0.6 respectivamente, o desde la interfase HMI con las variables %M2 y %M3 para encender y apagar el módulo. Cabe señalar que el módulo se enciende en dos etapas, la una etapa cuando la velocidad es menor de 1700 rpm y se cambia cuando se ha superado esta a la etapa II.

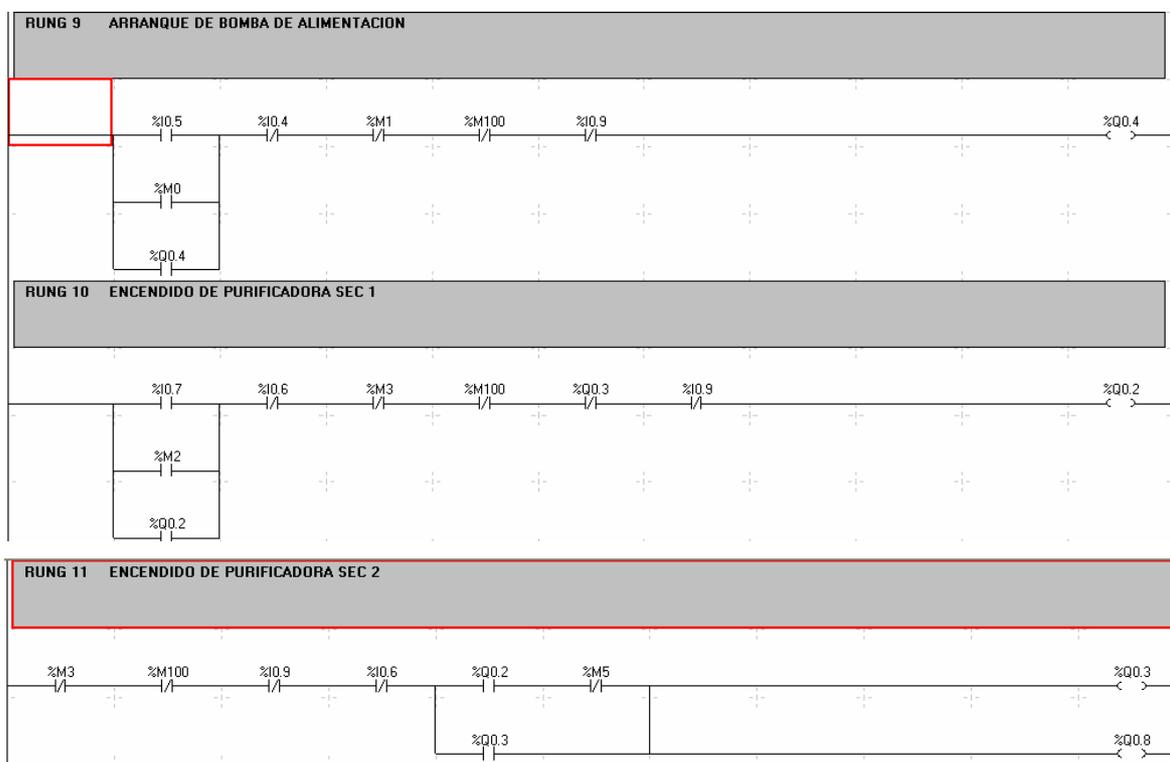


Figura 4.12. Arranque de la bomba de alimentación y purificador

Programa de Purificadora

El programa para el proceso de purificación está diseñado con varios temporizadores de pulso, los mismos que se van activando en forma secuencial de acuerdo a la lógica de programa descrita en el diagrama de flujo. La lógica es

de tal manera que al finalizar un temporizador activa al siguiente usando una serie de contactos auxiliares, con lo que su escritura es de forma secuencial.

En la Figura 4.13. se puede apreciar un ejemplo para el inicio de programa, este se inicia con la activación de %M36 desde el panel HMI, que activa el temporizador de pulso que se ve reflejado en la variable %M13 y que al finalizar con un flanco descendente activa la siguiente etapa que es esperar luego de cerrar con el temporizador %TM4, y así simultáneamente hasta completar la serie de pasos debidamente descritos en el programa (Ver ANEXO 3).

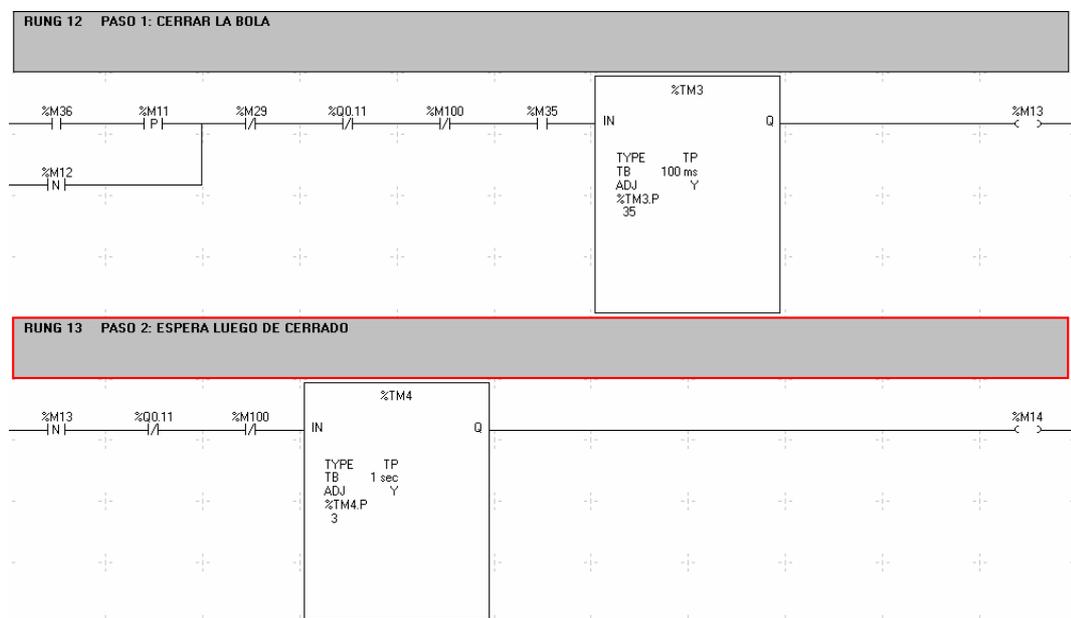


Figura 4.13. Programa de la purificadora

Actuadores

Esta sección presenta el espacio donde tiene lugar la activación de válvulas de operación a través de la lógica de programa. Aquí se representa la activación de las salidas físicas del programa.

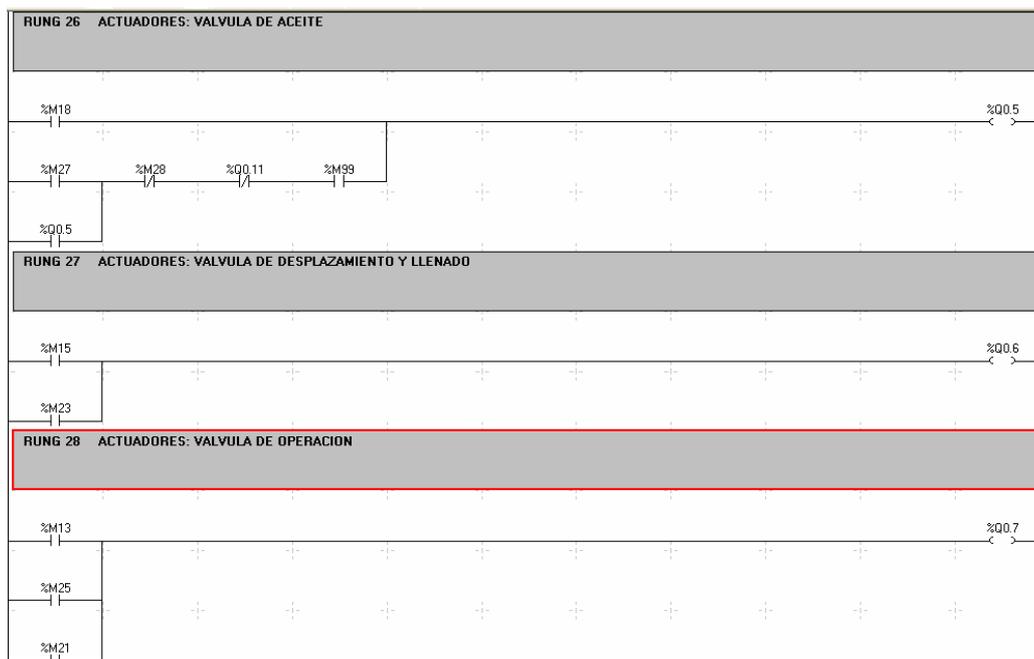


Figura 4.14. Actuadores

Tiempos Restantes del Proceso

Aquí tiene lugar la programación para mostrar en pantalla el tiempo restante del proceso en cuestión. Para tal efecto se resta del parámetro deseado su valor Preset del valor actual; por ejemplo, para obtener el tiempo restante de la separación restamos el valor Preset %TM7.P del valor actual %TM7.V el cual es almacenado en la variable %MW5 que contiene el tiempo restante de la purificación que es luego presentada en pantalla mediante la interfase HMI.

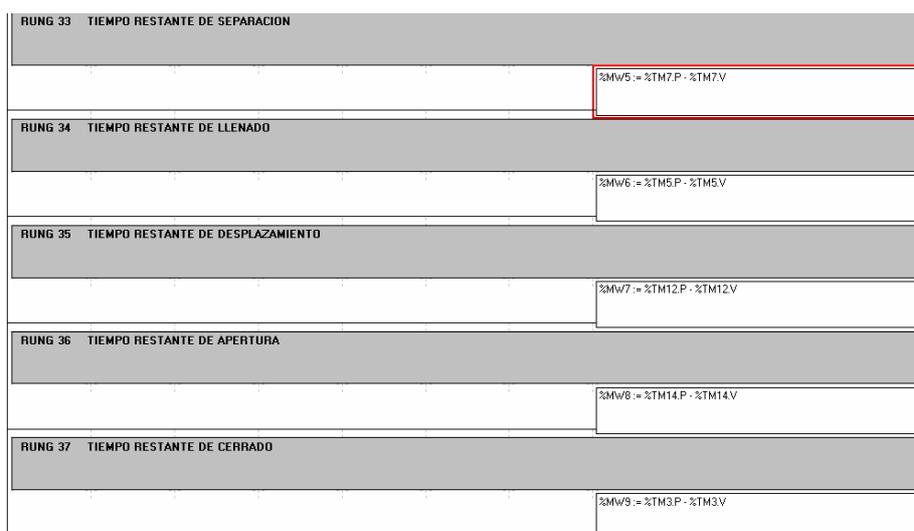


Figura 4.15. Tiempos restantes de proceso

Alarmas de Panel

Para ver reflejadas cada una de las alarmas del panel en la interfase HMI, es necesario asignarlas a una variable tipo Word cuyos bits representarán cada una de las alarmas respectivamente, para tal efecto se las va activando conforme se active la alarma cuando se encuentra abierta la válvula de aceite. Por ejemplo, para asignar el bit de baja velocidad de la bola al bit en la posición cero de la variable tipo Word %MW11, se lo hace igualando por contactos %M5 a %MW11:X0 que corresponde a dicho bit.

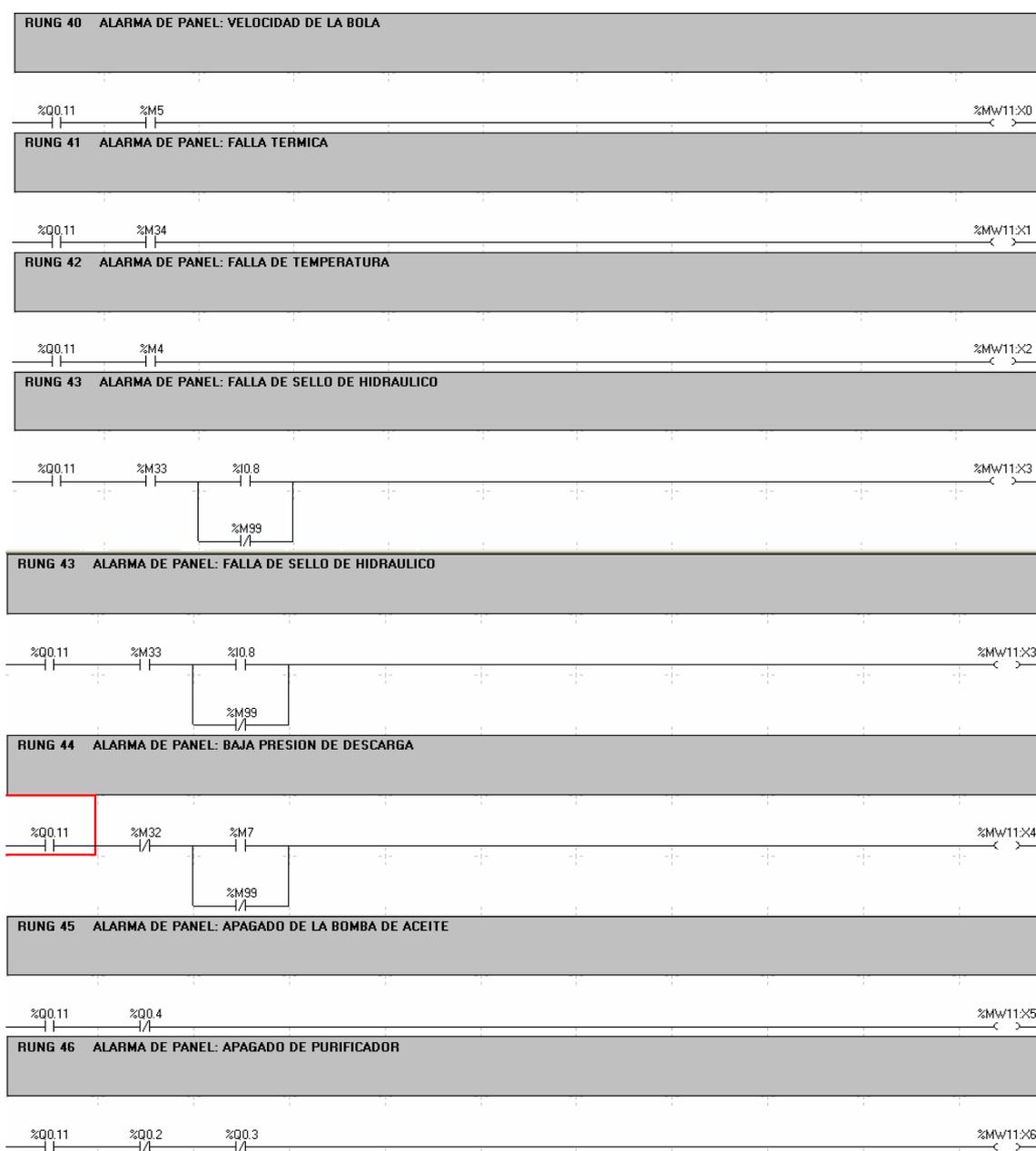


Figura 4.16. Sección de alarmas de panel

Ínterbloqueo para Inicio Accidental

Para evitar cualquier tipo de inicio del proceso se ha previsto una sección que monitorea si todas las condiciones necesarias para el inicio del proceso de purificación se han cumplido y poder comunicar al operador que el módulo esta listo para operar. Para esto debe estar encendida la bomba de alimentación, el purificador, se haya alcanzado la velocidad nominal de la bola, o activación de cualquier alarma. Así mismo protege contra el reinicio accidental luego de aparecer una alarma en medio del proceso.

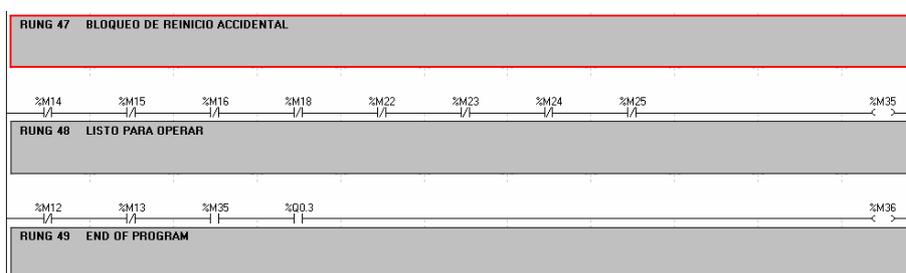


Figura 4.17. Sección de inter bloqueo de inicio de proceso

4.2 INTERFAZ DE USUARIO HMI

El Interfase Hombre Máquina HMI es una herramienta esencial en lo que a presentación de datos de un determinado proceso se refiere. Su programación es de tratamiento especial ya que en esta se ven reflejados de manera demostrativa el estado del proceso, donde se aprecian variables del proceso, alarmas, secuencias, etc. Para la programación de esta interfase HMI, es necesario contar con el software para la configuración y programación HMI_studio 1.11.

4.2.1 HMI_studio 1.11

HMI_studio 1.11. es un programa para la configuración y programación de las pantallas de Toque BrainChild bajo una interfase de configuración a través de objetos gráficos. Su ambiente de trabajo es muy amigable y permite al programador tener flexibilidad para la creación de programas para interfases de usuario HMI. Así mismo es flexible y permite modificar fácilmente la aplicación

para que se adapte a las necesidades del usuario, ya que posee una variedad de objetos ya creados para un desarrollo rápido de aplicaciones que incluyen bit lamps, World lamps, historical trends, analog meters, etc. y otras herramientas que incluyen base de datos, selección del controlador del PLC, configuración de RED.

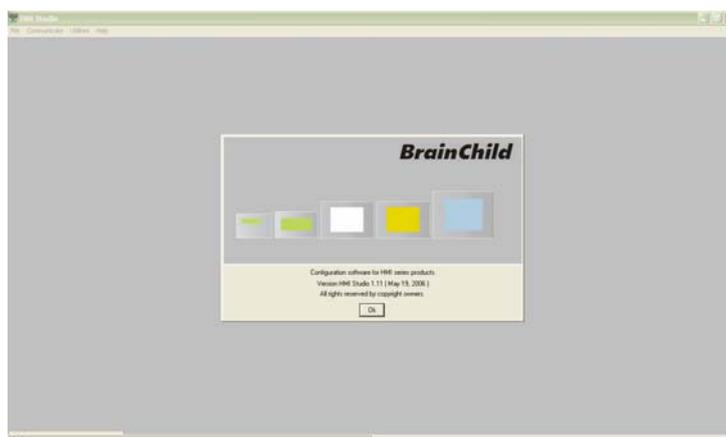


Figura 4.18. Ambiente de trabajo de HMI_studio 1.11

Principales Características de HMI_studio 1.11

- Interface de usuario basada en Windows
- Programa y configura las pantallas de toque BrainChild
- Flexible y amigable para la programación
- Programación basada en objetos gráficos.
- Funciones Integradas y Alarmas

Requerimientos Básicos para Correr HMI_studio 1.11

- Microsoft Windows 2000 o XP
- Pentium II 266 MHz
- 150 MB de disco duro
- 64 MB de RAM
- Un puerto Serial

4.2.2 Programación con HMI_studio 1.11

La programación de las pantallas de toque BrainChild usando HMI_studio 1.11 se basa principalmente en la creación de tags y objetos de forma gráfica. La principal ventaja es la asociación de los tags creados a un objeto determinado dentro de nuestra interfaz gráfica, dando así interactividad al usuario y fácil comprensión y visualización de la lógica del programa.

Barras de Herramientas de HMI_studio 1.11

HMI_studio 1.11 usa varios tipos de barras de herramientas para programar y configurar las pantallas de toque BrainChild. La barra principal es la de navegación. Esta barra posee opciones para crear una nueva aplicación, ayuda, abrir una aplicación existente, descargar programa en el dispositivo, subir programa desde dispositivo, grabar, salir, configuración de la unidad, configuración de comunicaciones, definir tags (T), definir pantallas (S), definir alarmas, lista de tareas de la aplicación, y librería de grabación de tags.



Figura 4.19. Barra de navegación principal de HMI_studio 1.11

Al hacer clic en uno de los íconos de la barra de navegación principal se va accediendo a cada una de las aplicaciones que estas describen. Por ejemplo al hace clic en el botón de subir programa, aparecerá la interfase para descargar la aplicación desde la unidad HMI hacia el PC.

Configuración de Comunicaciones

La configuración de comunicaciones tiene como parte fundamental configurar cada uno de los puertos destinados a la comunicación de dispositivos externos. Debido a que se tiene dos puertos, el primero COMM1 sirve para

comunicarse con el PC y el otro COMM2 al dispositivo programable PLC. El primero viene configurado por defecto la configuración de comunicación a la PC mediante el puerto DB-9. El segundo se lo configura de acuerdo al PLC con el cual el dispositivo se vaya a conectar. Por ejemplo podemos escoger para que este se conecte con el PLC TWIDO como se lo puede apreciar en la Figura 4.20.

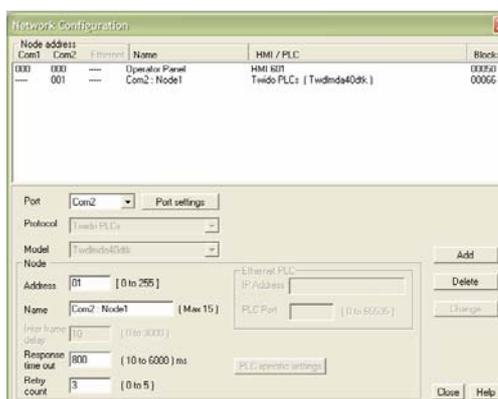


Figura 4.20. Configuración de comunicaciones en HMI_studio 1.11

Creación de Tags en HMI_studio 1.11

Se usa una base de datos de todos los tags que irán incluidos en la aplicación. Esta base de datos maneja de forma específica el tipo de variable ya sea esta predefinida por el sistema o creada por el usuario. Primero se define el tag y luego sus atributos que tendrá dentro de la aplicación. Por ejemplo, para crear un nuevo tag se hace clic sobre ADD para añadir un nuevo tag, se escoge el nodo donde a donde este se asociará (PLC o HMI), el nombre al cual se hará referencia en el programa, y el tipo a cual este pertenecerá.

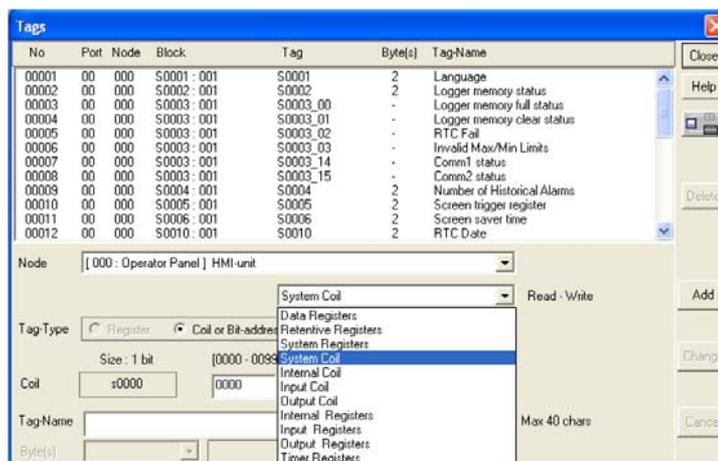


Figura 4.21. Pantalla para la creación de Tags.

Tipos de Datos de HMI_studio 1.11

Este programa maneja datos de memoria distribuidos en registros y coils (bits). Dentro de los registros se manejan varios tipos de datos, de retención, sistema, internos, de entrada, de salidas, contadores, temporizadores. En la Tabla 4.12. se muestra cada uno de los datos que este software maneja para la configuración y programación de la interfase HMI.

Tabla 4.12. Tipos de datos de HMI_studio 1.11

Data Type	Size	Register / Coil	Length	Type	Description
Data Register	D0000-D0999	Register	1,2,4 Bytes	Read / Write	General Purpose Register
Retentive Register	R0000-R01999	Register	1,2,4 Bytes	Read / Write	Nonvolatile registers for storage
System Register	S0000-S0063	Register	1,2,4 Bytes	Varies*	Status and Control Register ft
System Coil	s0000-s0099	Coil	1 bit	Varies*	Status and control coil for unit
Internal Coil	B0000-B4999	Coil	1 bit	Read / Write	General purpose Internal coils
Input Coil	X0000-X0099	Coil	1 bit	Read Only	Physical input coils
Output Coil	Y0000-Y0099	Coil	1 bit	Read / Write	Physical Output coils
Internal Register	J000-J0312	Register	2Bytes	Read / Write	Each internal register is mapped with Internal coil(B0 to B15)
Input Register	U0000-U0006	Register	2Bytes	Read Only	Each input register is mapped with Input coil (X0-X15).
Output Register	L0000-L0006	Register	2Bytes	Read / Write	Each output register is mapped with output coils(Y0-Y15)
Timer Register	T0000-T0127	Register	2Bytes	Read / Write	Timer Register
Counter Register	C0000-C0177	Register	4Bytes	Read / Write	Counter Registers. Counters 0-127 are Non-Retentive registers and counters 128-177 are Battery Backed Retentive registers.

Creación de Pantallas en HMI_studio 1.11

Para la creación de pantallas, desde la barra principal se hace clic sobre el icono de creación de pantallas (Screens), luego se desplazará una pantalla de configuración de la nueva pantalla, donde se pide ingreso de datos del número de pantalla, nombre de la pantalla, propiedades de la pantalla, un password y demás configuraciones básicas.

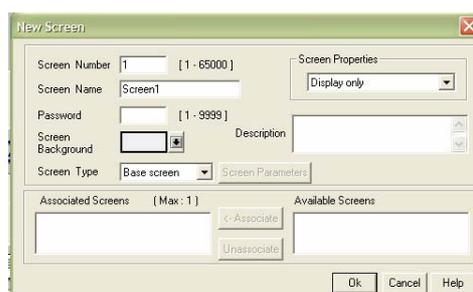


Figura 4.22. Configuración básica de nueva pantalla.

Luego de realizar la configuración de la nueva pantalla, se desplaza una nueva ventana donde se aprecia el ambiente gráfico de programación y configuración. Aquí la interfase de programación presenta las diferentes barras de herramientas para la construcción gráfica del programa; por ejemplo, se posee iconos para la creación de lámparas de visualización en pantalla. Además se puede apreciar como se verá nuestra pantalla ya en nuestro dispositivo HMI.



Figura 4.23. Nueva pantalla para HMI.

Creación de Objetos en HMI_studio 1.11

HMI_studio 1.11 tiene incorporado varios tipos de objetos los cuales son añadidos a la pantalla de la aplicación al hacer clic sobre cada uno de ellos. Entre ellos tenemos: Objetos tipo Botón (Bit button, Word Button), Objetos tipo Lámpara (Bit Lamp, Word Lamp), Medidor Análogo, Barra Gráfica Múltiple, Teclado Numérico, Barra de Tendencias, Alarmas, Figuras, Bitmaps, etc. Todos estos

objetos son incorporados a nuestra pantalla gráfica mediante la barra de herramientas de objetos como se muestra en la Figura 4.24.



Figura 4.24. Barra de herramientas de objetos.

Descargar y Subir Programas a la interfase HMI_studio 1.11

Luego de haber creado nuestra aplicación para descargar esta al dispositivo HMI, en la barra de herramientas principal se hace clic sobre descargar el programa (Download). Con esta opción aparecerá el cuadro de diálogo de la Figura 4.25. en donde se escoge las aplicaciones a descargar. Por ejemplo, la aplicación, el Firmware, Fonts, y Ladder, además se puede configurar nuestro puerto serial por donde se descargará la aplicación.

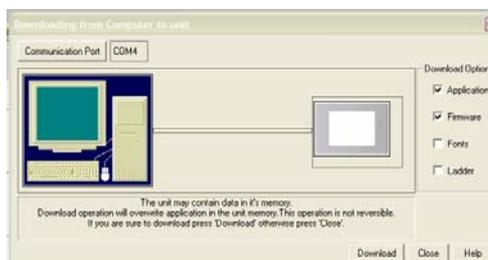


Figura 4.25. Ventana para descargar programa a HMI.

Así mismo para subir una aplicación desde nuestra interfase HMI a una PC se hace clic sobre el icono de subir programa (Upload). Aquí se observará la pantalla de aplicación que se observa en la Figura 4.26.

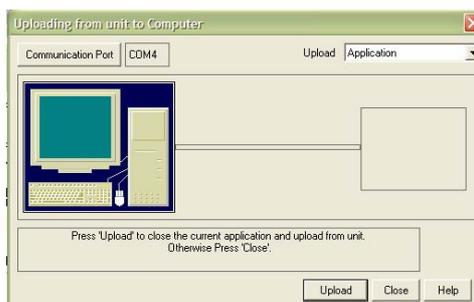


Figura 4.26. Ventana para subir programa a la PC.

Programación en Ladder de HMI_studio 1.11

Así mismo HMI_studio posee de una ventana específica para usar lógica ladder en las aplicaciones desarrolladas para dar flexibilidad a la lógica de programa que se desee emplear. Es muy entendible y se usa las variables del sistema para poder desarrollar cualquier clase de aplicación.

4.2.3 Diagrama de Flujo para Programación del Software del HMI

Para la programación de la aplicación de la interfase HMI se seguirá el diagrama de árbol descrito en la Figura 4.27. donde se describe la correlación entre las diferentes pantallas de nuestra aplicación en forma lógica. La interfase como una primera etapa mostrará una página de inicio donde se apreciará la presentación del proyecto, luego de transcurrir un tiempo determinado de la presentación de la misma, automáticamente se desplazará una pantalla general donde se tendrá acceso a las diferentes funciones del programa. La pantalla de opciones de operación se encargará de mostrar las diferentes opciones para el proceso, Así tendremos en esta pantalla la opción para modo AUTO, MANUAL, CONFIG., y AYUDA. Cuando estas opciones sean invocadas por medio del periférico de entrada de toque sensitivo se mostrará las siguientes subdivisiones respectivamente; por ejemplo, al tocar sobre el botón de AUTO se irá a la pantalla destinada para esta función donde se escogerá cada una de las opciones del modo AUTOMÁTICO, regresando a la pantalla principal con un botón de retorno general. Así mismo, para el modo MANUAL, al escoger este modo nos iremos hacia las pantallas dispuestas para este modo, es decir se navegará entre las dos diferentes pantallas dispuestas para este modo, tal como se describe en el diagrama de árbol. Así mismo para la configuración básica del modo del sistema automático, se provee de una sección para realizar las configuraciones de fecha/hora, limites de variables de proceso, y tiempos de programa. Adicionalmente, se ha previsto una sección que permite tener ayuda en línea al operador.

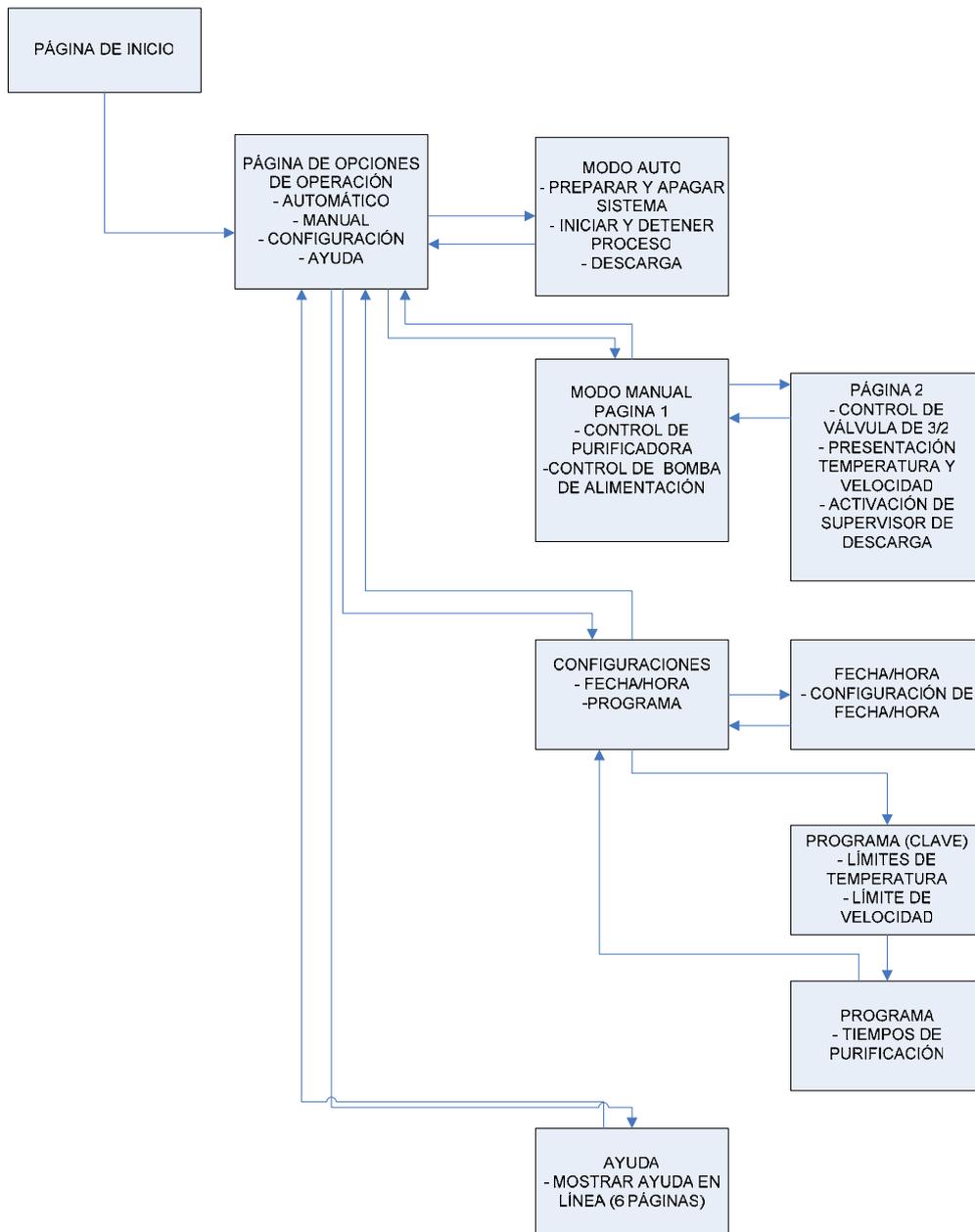


Figura 4.27. Diagrama de árbol para HMI

4.2.4 Asignación de Tags para la Programación del HMI

Para la programación de la lógica del interfase HMI se asignará los tags descritos a continuación donde se describen sus respectivas funciones:

Tabla 4.13. Tabla de mapa de variables de acceso de datos tipo Bit del PLC

Tag	Tipo	Nodo	Función
M0000	Bit	Comm2/TWDPLC	Auxiliar para encendido de bomba de Alimentación desde HMI
M0001	Bit	Comm2/TWD PLC	Auxiliar para apagado de bomba de Alimentación desde HMI
M0002	Bit	Comm2/TWD PLC	Auxiliar para encendido de purificador desde HMI
M0003	Bit	Comm2/TWD PLC	Auxiliar para apagado de purificador desde HMI
M0010	Bit	Comm2/TWD PLC	Auxiliar de reconocimiento de alarma
M0011	Bit	Comm2/TWD PLC	Auxiliar de inicio de proceso
M0012	Bit	Comm2/TWD PLC	Proceso de descarga
M0013	Bit	Comm2/TWD PLC	Proceso de cerrado de la bola
M0015	Bit	Comm2/TWD PLC	Proceso de llenado de la bola
M0023	Bit	Comm2/TWD PLC	Proceso de desplazamiento de la bola
M0025	Bit	Comm2/TWD PLC	Proceso de apertura de la bola
M0026	Bit	Comm2/TWD PLC	Proceso de descarga de la bola
M0032	Bit	Comm2/TWD PLC	Auxiliar del switch de presión
M0033	Bit	Comm2/TWD PLC	Auxiliar del switch de flujo
M0099	Bit	Comm2/TWD PLC	Modo auto/manu

Tabla 4.14. Tabla de mapa de variables de acceso de salidas del PLC

Variable	Tipo	Nodo	Función
Q0002	Bit	Comm2/TWD PLC	Separadora secuencia I
Q0003	Bit	Comm2/TWD PLC	Separadora secuencia II
Q0004	Bit	Comm2/TWD PLC	Bomba de alimentación de Aceite
Q0005	Bit	Comm2/TWD PLC	Válvula de alimentación de aceite de 3/2
Q0006	Bit	Comm2/TWD PLC	Válvula de llenado y desplazamiento de 2/2
Q0007	Bit	Comm2/TWD PLC	Válvula de operación

Q0008	Bit	Comm2/TWD PLC	Luz de la purificadora
Q0011	Bit	Comm2/TWD PLC	Alarma General

Tabla 4.15. Tabla de mapa de acceso de variables tipo Word del PLC

Variable	Nodo	Función
MW0000	Comm2/TWD PLC	Valor de la temperatura en °Cx10
MW0001	Comm2/TWD PLC	Valor de la velocidad en rpm
MW0002	Comm2/TWD PLC	Limite superior de temperatura
MW0003	Comm2/TWD PLC	Limite inferior de temperatura
MW0004	Comm2/TWD PLC	Limite inferior de velocidad
MW0005	Comm2/TWD PLC	Tiempo restante de la separación
MW0006	Comm2/TWD PLC	Tiempo restante de llenado
MW0007	Comm2/TWD PLC	Tiempo restante de desplazamiento
MW0008	Comm2/TWD PLC	Tiempo restante de la apertura
MW0009	Comm2/TWD PLC	Tiempo restante de cerrado de la Bola
MW00010	Comm2/TWD PLC	Tiempo Restante para la descarga
MW00011	Comm2/TWD PLC	Arreglo de Alarmas

Tabla 4. 16. Tabla de mapa de acceso de variables de temporización del PLC

Variable	Nodo	Función
T0001P	Comm2/TWD PLC	Retardo de alarma
T0003P	Comm2/TWD PLC	Tiempo para cerrado de la bola
T0005P	Comm2/TWD PLC	Tiempo para el llenado
T0007P	Comm2/TWD PLC	Tiempo para la separación
T0008P	Comm2/TWD PLC	Duración de pulso de refresco
T0010P	Comm2/TWD PLC	Pausa para pulso de refresco
T0012P	Comm2/TWD PLC	Tiempo para el desplazamiento
T0014P	Comm2/TWD PLC	Tiempo para apertura de la bola
T0015P	Comm2/TWD PLC	Tiempo para la descarga de la bola

Tabla 4. 17. Tabla de mapa de variables auxiliares tipo Bit de HMI

Variable	Tipo	Nodo	Función
B0002	Bit	Operator Panel	Copia de Q0002
B0003	Bit	Operator Panel	Copia de Q0003
B0004	Bit	Operator Panel	Auxiliar de animación de bomba de purificador
B0005	Bit	Operator Panel	Copia de Q0005
B0007	Bit	Operator Panel	Auxiliar de animación de línea de entrada de purificador
B00026	Bit	Operator Panel	Copia de Q0011

Tabla 4. 18. Tabla de mapa de variables auxiliares tipo Word de HMI

Variable	Tipo	Nodo	Función
D0020	Word	Operator Panel	Registro que guarda dirección de pantalla de alarmas
D0003	Word	Operator Panel	Registro que guarda dirección de la pantalla anterior

4.2.5 Estructuración del Programa del Interfaz de Usuario HMI

Pantalla de Presentación del Programa

En la pantalla de presentación se mostrará la descripción del programa y el número de la máquina al cual el controlador pertenece, y la empresa para la cual se elabora el proyecto.



Figura 4.28. Pantalla de inicio

Pantalla de Opciones de Operación

En esta pantalla se describe las opciones para la operación de la máquina que puede ser automática o manual, así mismo la configuración de parámetros, y la ayuda en línea. Esta pantalla posee cuatro botones con funciones correspondientes a las opciones de operación.

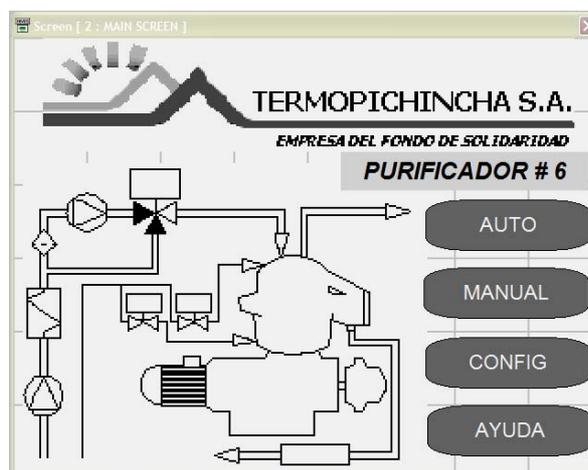


Figura 4.29. Pantalla de opciones de operación

Pantalla de Modo Automático

En esta pantalla se tiene botones para iniciar y parar el sistema, iniciar y parar el proceso, descarga y el botón de regreso a la pantalla principal. Con el botón INICIAR SIST. se enciende el módulo purificador y la bomba de alimentación, es decir este botón sirve para la preparación del sistema previo al inicio del proceso. Contrariamente a esto, el botón PARAR SIST. apaga el módulo purificador y la bomba de alimentación y detiene el proceso en caso de presionarlo sin finalizar el proceso. Adicionalmente, el botón INICIAR PROC. sirve para iniciar el proceso de purificación luego de que la máquina esté lista para iniciar el proceso y se muestre el mensaje "LISTO PARA OPERAR". Así mismo, el botón PARAR PROC. detiene el proceso de purificación, sin parar el sistema. Un botón de DESCARGA es añadido para descargar la bola en cualquier tiempo del proceso. Al presionar este botón se descarga los lodos y el proceso se reinicia automáticamente sin necesidad de reiniciar el proceso nuevamente. El botón REGRESAR permite navegar a la pantalla anterior, es decir este nos conducirá a la pantalla de opciones de operación.

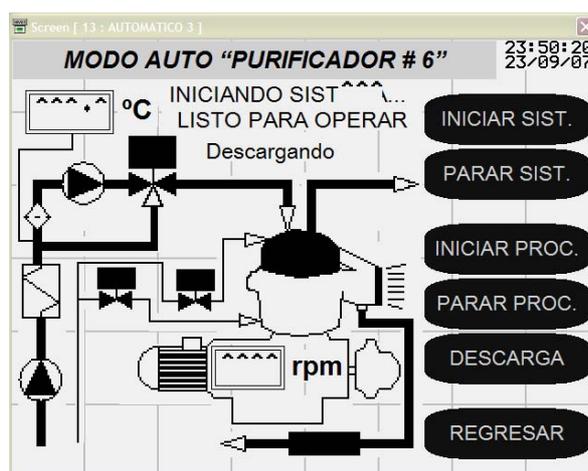


Figura 4.30. Pantalla de modo automático

Pantalla de Modo Manual

Para este modo existen dos pantallas, la una con botones para encender la bomba de alimentación y el módulo purificador respectivamente. Así mismo un botón REGRESAR para ir a la pantalla anterior, y un botón ADELANTE para ir a la pantalla siguiente.



Figura 4.31. Pantalla de modo manual (1)

La segunda pantalla posee las opciones para actuar y liberar la válvula de aceite, indicadores de las variables de proceso del módulo, el control para habilitar y deshabilitar el supervisor de Presión de descarga, y el estado del supervisor de Fuga de aceite desde el panel.

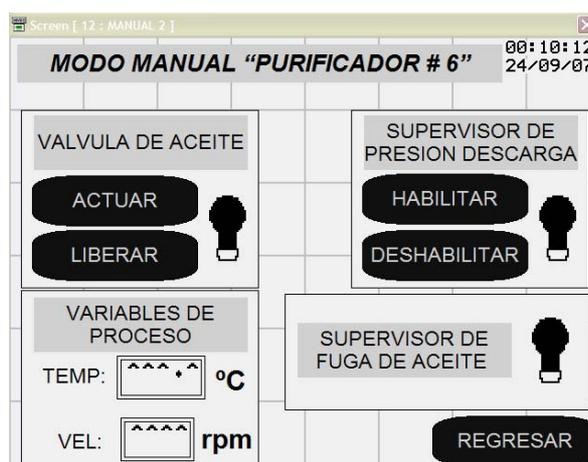


Figura 4.32. Pantalla de modo manual (2)

Pantalla de Configuración

La pantalla para la configuración esta dividida en dos partes, la una para configurar parámetros de tiempo como son la fecha y hora que se muestra en pantalla. Así mismo se posee un botón para ingresar a la pantalla de configuración de valores del proceso y tiempos de programa.

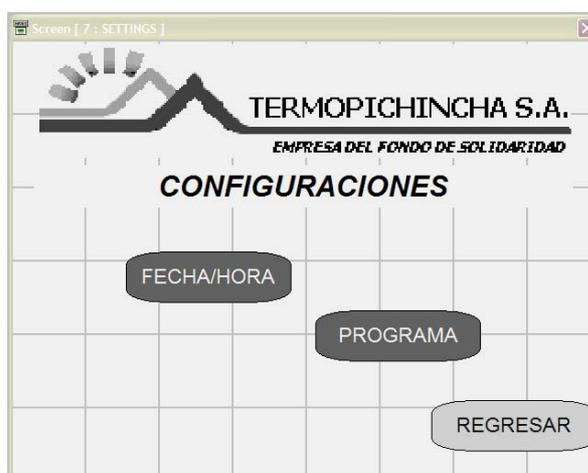


Figura 4.33. Pantalla de configuraciones

La ventana para la configuración de fecha y hora del sistema tiene un sistema de botones interactivos que claramente indican la función de cada uno de ellos. Por ejemplo, si se desea adelantar o atrasar la fecha del sistema en días se presiona el botón para este efecto frente a la casilla de DIA y así hasta llegar a la deseada.



Figura 4.34. Pantalla de configuración de Fecha/Hora

Adicionalmente se puede navegar hacia la pantalla de configuración de límites de las variables de proceso, aquí establecen los valores de límites de temperatura y de velocidad. Para acceder a esta pantalla se debe disponer de la clave suministrada ya que se pedirá el ingreso de la misma.

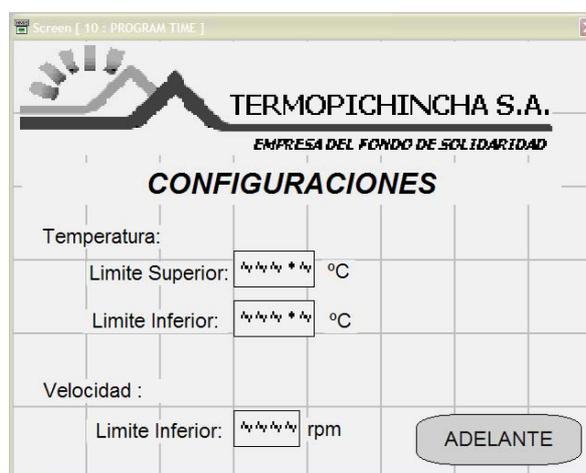


Figura 4.35. Pantalla de configuración de variables de proceso

A continuación de esta pantalla, el ingreso de tiempos de programa es añadido, donde básicamente se ingresa los tiempos de configuración para la máquina, ya que los tiempos de apertura y cerrado de los dispositivos de control se hacen de acuerdo a valores preestablecidos por el usuario.

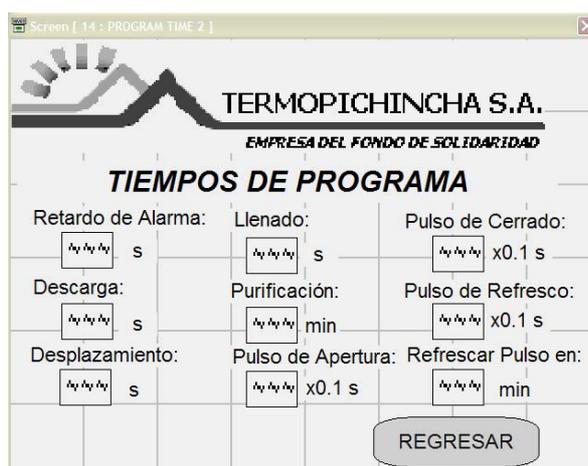


Figura 4. 36. Pantalla de configuración de tiempos de programa

Pantalla de Alarmas

La presentación de alarmas se lo hace de forma interactiva en pantalla, para lo cual se ha configurado siete tipos diferentes de alarmas, entre las cuales tenemos:

- Baja velocidad de la bola
- Fallo de motor eléctrico
- Falla de temperatura de aceite
- Falla de sello hidráulico
- Falla de presión de descarga
- Apagado de la bomba de aceite
- Apagado de purificadora

Cada una de estas se define de acuerdo a su función por si misma; por ejemplo, alarma por baja velocidad de la bola se da cuando su valor ha decaído del valor preestablecido en la configuración de parámetros del proceso.

Adicionalmente, esta pantalla posee un botón para reconocer las alarmas mostradas con el fin de asegurar que el operador ha reconocido oportunamente cualquier fallo en el sistema.

Pantalla de Ayudas

La pantalla de ayuda permite tener ayuda en línea, donde se describe la operación básica del sistema controlador y el modo en que esta se debe operar, ya sea en cualquier de sus dos maneras de operación manual o automática. Las pantallas se desplazan al presionar el botón adelante y brindan a manera de presentación la ayuda necesaria para la aplicación.



Figura 4.37. Pantalla de Presentación de Ayudas

CAPITULO V

IMPLEMENTACIÓN

5.1 EVALUACIÓN TÉCNICA DE COMPONENTES

La evaluación técnica permite el análisis de las partes integrantes mas importantes del sistema de control que se usarán en la implementación, para así describir sus características desde el punto de vista de los fabricantes, y por lo tanto tener una visión mas específica de los dispositivos a usarse.

5.1.1 Válvulas

Las válvulas se las describen de acuerdo a las características dadas por cada uno de los fabricantes cuyas características cumplen de acuerdo a la aplicación.

5.1.1.1 Válvula de paso para control de aire

<p>Tipo de Válvula: 2/2 de Bola.</p> <p>Tipo de Accionamiento: Manual a 90°</p> <p>Temperatura máx.: 80°C</p> <p>Presión: 10 bares max.</p> <p>Diámetro: 1/4 NPT</p> <p>Medio: Aire Comprimido</p> <p>Material: SS.</p>	
--	--

5.1.1.2 Válvula para control de aire

<p>Tipo de Válvula: 3/2.</p> <p>Tipo de Accionamiento: Solenoide con retorno de resorte.</p> <p>Voltaje: 220Vac con conexión a tierra.</p> <p>Estado sin energía: Cerrada.</p> <p>Temperatura máx: 80°C</p> <p>Presión: 10 bares</p> <p>Diámetro: ¼ ” NPT</p> <p>Medio: Aire Comprimido.</p> <p>Material: Bronce.</p>	
--	---

5.1.1.3 Válvula para control de aceite

<p>Tipo de Válvula: 3/2 de bola.</p> <p>Tipo de Accionamiento: Neumático con retorno de resorte.</p> <p>Actuador: 5.5 bar máx, ¼” hembra NPT de aluminio anodizado.</p> <p>Estado sin energía: Cerrada.</p> <p>Temperatura=160°C.</p> <p>Presión máx.=16 bares.</p> <p>Diámetro: 1 ½ ”, Hembra NPT.</p> <p>Medio: Compatible con líquidos, gases o vapor.</p> <p>Material: Cuerpo de bronce (cobre + zinc), bola de cromo plateado.</p> <p>Adicional: Indicador de Posición</p> <p>Marca: W. E. Anderson</p> <p>Serie: 3ABV</p>	
---	--

5.1.1.4 Válvula para agua de Llenado y Desplazamiento

<p>Tipo de Válvula: 2/2.</p> <p>Tipo de Accionamiento: Solenoide con retorno de resorte.</p> <p>Voltaje: 230Vac/60Hz/50Hz $\pm 10\%$ + conexión a tierra.</p> <p>Estado sin energía: Cerrada.</p> <p>Temperatura: -10°C - 120°C</p> <p>Presión: 0.2 – 16 bares</p> <p>Diámetro: ½" NPT</p> <p>Medio: Sustancias Neutrales</p> <p>Material: Latón.</p> <p>Marca: Burkert</p> <p>Tipo: 5281</p>	
---	--

5.1.1.5 Válvula para agua de Control

<p>Tipo de Válvula: 2/2.</p> <p>Tipo de Accionamiento: Solenoide con retorno de resorte.</p> <p>Voltaje: 230Vac/60Hz/50Hz $\pm 10\%$ + conexión a tierra.</p> <p>Estado sin energía: Cerrada.</p> <p>Temperatura: -10°C - 120°C</p> <p>Presión: 0.2 – 16 bares</p> <p>Diámetro: ½" NPT</p> <p>Medio: Sustancias Neutrales</p> <p>Material: Latón.</p> <p>Marca: Burkert</p> <p>Tipo: 5281</p>	
---	--

5.1.2 Instrumentación

La instrumentación empleada para el montaje del sistema de control está constituida por los varios elementos cuyas características dadas por el fabricante se describen a continuación.

5.1.2.1 Switch de Presión para Aceite de Descarga

<p>Temperatura máx: 100°C</p> <p>Presión: 15 bar máx.</p> <p>Regulación: 0.5 - 10 bar.</p> <p>Contactos: 1 NO, 1 NC / 24Vdc / 2 A.</p> <p>Diámetro: ¼ " NPT macho.</p> <p>Medio: Aceite Lubricante.</p> <p>Material: SS.</p>	
---	--

5.1.2.2 Unidad de Mantenimiento para Aire Comprimido

<p>Presión de Entrada: 10 bar max.</p> <p>Regulación: 0-7 bar.</p> <p>Diámetro: ¼ " NPT.</p> <p>Temperatura: 50°C.</p> <p>Medio: Aire Comprimido.</p> <p>Accesorios: Lubricador, filtro, manómetro.</p> <p>Marca: Festo</p>	
--	---

5.1.2.3 Sensor Inductivo de Proximidad

<p>Diámetro: 8mm</p> <p>Frecuencia: 2000 Hz.</p> <p>Tipo: PNP</p> <p>Voltaje de operación: 24 Vdc.</p> <p>Temperatura: -25° a 120°C</p> <p>Corriente máx.: 200mA.</p> <p>Montaje: Razante.</p> <p>Rango de Medición: 2 mm.</p> <p>Conexión: Teflón Cable</p> <p>No de cables x Cross Section: 3x0.14 mm²</p>	
---	--

5.1.2.4 Sensor de Temperatura RTD

<p>Tipo: Pt100</p> <p>Rango: -50°C a 450°C</p> <p>Diámetro: ½"</p> <p>Longitud: 4"</p> <p>Material: cabezal Aluminizado</p> <p>Accesorio: Pozo térmico, 5", aluminizado.</p> <p>Conexión: 3 hilos</p>	
--	--

5.1.3 Controlador y Módulo de Entradas Analógicas, Interfase HMI, Fuente de Alimentación y Preactuadores.

5.1.3.1 PLC Compacto

Entradas y Salidas Discretas

Número de Entradas	24 sink/source a 24 V
Número de Salidas	14 salidas a relé 2A/240 Vac y dos a transistor a 1A/24V
Tipo de Conexión	Bloque atornillable no removible
Voltaje de Aislamiento rms	1500 V por 1 min

Módulos de Expansión

Número de Módulos de Expansión	7 módulos discretos, análogos, y AS-Interface.
Módulos de Entrada/Salida Discretas	8, 16 ó 32 entradas a 24 V; 8, 16 ó 32 salidas a 24 V o salidas a relé.
Módulos de Entrada/Salida Análogas	Entradas 2 x 12 bits; Salida 1x12 bits o 2 entradas/1 salida de 12 bits.
AS-Interface	Administración de módulos esclavos: Discretos (62 módulos max.)

Máximo Número de Entradas Salidas por Configuración

Base del Controlador y Módulos de E/S	152 con módulos de expansión de terminales atornillables. 264 con el conector HE 10 para módulos de Entrada y Salida.
---------------------------------------	--

Posicionamiento y Conteo Integrado

Conteo a 5 kHz	4 canales de conteo de 16 bits.
Conteo a 20 kHz	2 canales de conteo de 16 bits.
Posicionamiento a 7 kHz	2 canales: función PWM

Funciones

PID	Sí.
Procesamiento de Eventos	Sí.

Comunicación

Integrado	1 puerto serial RS-485 (conector mini-DIN) no aislado, 1 puerto de Ethernet RJ45
CANopen bus	Con el modulo de CANopen bus TWDNCO1M

Protocolo de Comunicación

Modbus Master / Esclavo RTU, modo de caracteres ASCII

Voltaje de Alimentación

100 – 240 V ac (sensores a 24 V dc alimentados por la base del controlador), Potencia 110 VA.
--

Programación

Memoria de Aplicación	3000 instrucciones, 6000 con el cartucho de extensión de memoria. TWD XCP MFK64.
Bits Internos	256 bits
Palabras Internas	3000
Bloques de Funciones Estandar	128 temporizadores, 128 contadores
Palabras Dobles	Sí
Flotante y Trigonométricas	Sí
Reloj de Tiempo Real	Sí
Lenguajes	Ladder y lista de instrucciones
Software	TwidoSoft bajo Windows 98 SE, 2000, XP o TwidoAdjust para Pocket PC2003

Características Misceláneas

Temperatura	Operación: 0-55°C, Almacenamiento:-25, 70°C.
Humedad Relativa	30-95%, sin condensación
Grado de Protección	IP20
Altitud	0-3000m
Resistencia a Vibraciones	10-57 Hz, 0.075 mm de amplitud, aceleración 57-150Hz, 9.8m/s ² en montaje sobre riel DIN.
Resistencia a Impactos	147 m/s ² por 11ms

Batería

Datos Respaldados	RAM interna: variables internas, bits y palabras internas, temporizadores, etc.
Tiempo de Operación	Aproximadamente 30 días a 25°C con la batería cargada completamente.
Tipo de Batería	Batería de Litio no intercambiable y batería opcional externa.
Tiempo de Carga	15 h para cargarla desde el 0-90% de

	la carga total.
Duración	10 años más 3 años con la batería externa.

Modelo del Controlador Compacto Seleccionado



5.1.3.2 Módulo de Entradas Analógicas

Número de Entradas/Salidas

2 Entradas y 1 Salida

Tipo

Entradas de Termocupla/prueba de temperatura

Conexión

Bloque removible de terminales atornillables

Entradas

Rango	Termocupla tipo J, K, y T, Probador PT100 a 3 hilos.
Resolución	12 bits (4096 puntos)
Tiempo de Transferencia	100 ms + 1 ciclo del controlador

Fuente de Alimentación Externa

Fuente Externa de 24 V

Salidas

Rango	0-10 V 4 – 20 mA
Resolución	12 bits (4096 puntos)
Tiempo de Transferencia	20 ms + 1 ciclo del controlador

Aislamiento

Aislamiento entre canales y tierra: mediante foto acoplador

Modelo del Módulo de Entrada/Salida Análogas

TWD ALM 3LT



5.1.3.3 Interfase HMI

Fuente de Alimentación

Rango de Voltaje	24 V dc \pm 10%
Potencia	10 W máx.

Certificaciones

CE, UL, y cUL

Protección

IP65

Programación

Memoria de Aplicación	3MB
Bits Internos	5000
Palabras Internas	1000
Bloques de Funciones Estandar	128 temporizadores, 178 contadores
Palabras Dobles	Sí
Reloj de Tiempo Real	Sí
Lenguajes	Ladder
Software	HMI Studio bajo Windows 98 SE, 2000, XP

Características Misceláneas

Temperatura	Operación: 0-50°C, Almacenamiento:-20, 50°C.
Humedad Relativa	10-90%, sin condensación
Grado de Protección	IP65
Resistencia a Vibraciones	490.5m/s 11ms.

Batería

Datos Respaldados	RAM interna: variables internas, bits y palabras internas, temporizadores.
Tipo de Batería	3V Lithium, 614-CR1225FH, coin.
Duración	5 años.

Pantalla

Tipo	Pantalla gráfica monocromática, 5.7" STN CCFL QVGA
Resolución	320x240 Pixeles.
Pantalla de Toque	Análogica Resistiva

Puertos de Comunicación

2 puertos seriales DB-9

Protocolos de Comunicación

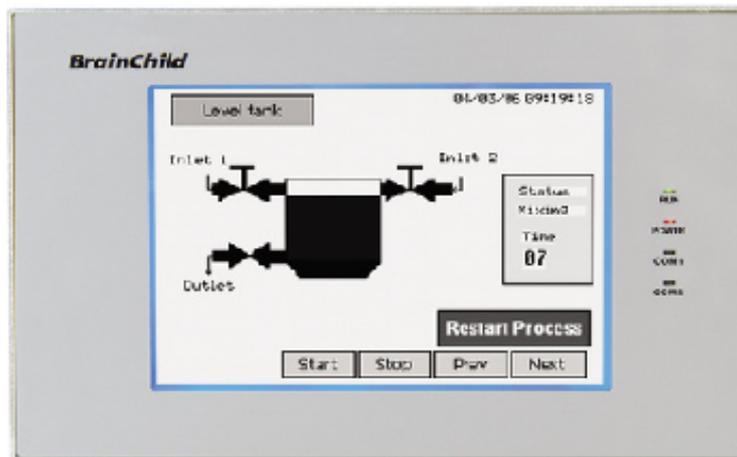
Modbus master-esclavo, ASCII, y Multiprotocolo
--

Características Mecánicas

Tamaño	197 x 139 x 58
Instalación	Montaje en Panel

Modelo

HMI 601



5.1.3.4 Fuente de Alimentación

Voltaje de Alimentación: 220 Vac.
Voltaje de Salida: 24Vdc
Potencia de Salida: 45W.
Protección de Sobrecarga: 105%-150%
Temperatura de Operación: 30°C
Grado de Protección: UL508.
Altitud: 3000 m.
Montaje: Riel DIN 35 mm.
Tipo de Enfriamiento: Por convección de Aire.



5.1.3.5 Preactuadores

Tipo: Relé de mando.	
-----------------------------	--

<p>Bobina: 220Vac</p> <p>Polos: 1 polo</p> <p>Contactos: 220Vac, 5A.</p> <p>Montaje: Riel DIN 35mm</p> <p>Temperatura de Operación: 30°C</p> <p>Grado de Protección: IP20.</p>	
--	---

5.2 MONTAJE DE VÁLVULAS E INSTRUMENTACIÓN

5.2.1 Sistema Neumático de control para Válvula de aceite 3/2.

La planta posee un sistema de distribución neumático para control general mediante una tubería de 3/4" a una presión entre 6 - 8 bares. Por tal motivo, se debió realizar un acople para obtener el aire de control respectivo entre el sistema existente hacia la válvula de aceite. A continuación se detalla el tipo de conexión que se realizó:

Se colocó una válvula de paso (V13⁴) la cual permite el ingreso de la presión neumática (Figura. 5.1) de conexión de 1/4" NPT.



Figura 5.1. Montaje de Válvula de Paso

Esta a la vez se encuentra conectada a la unidad de mantenimiento (F3¹) la cual regula la presión a 5 bares. La unidad de mantenimiento posee las funciones de filtro, regulador y lubricador (Figura 5.2.).

⁴ Ver Diagrama de Procesos DMP-002



Figura 5.2. Montaje de unidad de mantenimiento y válvula de control de Aire

La electroválvula de 3/2 (SV3¹) de conexión 1/4" NPT es aquella que realiza el control de accionamiento de la válvula de control de aceite 3/2 (Figura. 5.3 b). Cuando a esta llega la señal de 220VAC proveniente del PLC por medio del preactuador permite el paso de la señal neumática que viaja a través de la tubería de cobre de 3/8". En esta tubería se realizó un acondicionamiento en forma de espiral en los dos últimos metros de la conexión de la válvula de aceite debido a que la purificadora vibra constantemente y el riesgo de una ruptura de la tubería neumática es evidente. Por tal motivo, a la tubería se formo una espiral (Figura 5.3. a) para que la vibración ya se horizontalmente o verticalmente no produzca rupturas en la misma. La conexión de la válvula hacia la tubería se lo realiza mediante una acople 1/4" female a 3/8".



a)



b)

Figura 5.3. Montaje de línea de aire y conexión al actuador de la válvula de control de Aceite

5.2.2 Montaje de Válvula para control de Aceite

El montaje de la válvula de 3/2 para control de aceite consiste en una parte fundamental del proyecto, ya que esta debe sustituir de forma adecuada a la válvula de paso de 3/2 manual instalada originalmente. La válvula de diseño original de fabrica viene con un acople de paso que se inserta en un orificio donde se aloja y se asegura esta con la purificadora. Para poder instalar nuestra válvula se hace necesario la fabricación de un acople de paso que permita adaptar de manera adecuada nuestra válvula de control de aceite en la abertura de la purificadora que alojaba la válvula de control manual antigua. El acople de paso debe ser diseñado con dimensiones exactamente iguales en el lado del acople hacia la purificadora como es el de la válvula manual, pero con una variación en el lado de la válvula, esta será tener un Terminal rosca de 1 ½". El diseño original posee en un solo cuerpo la válvula y el acople. En nuestro nuevo diseño para el acople de la válvula nueva, un lado del acople debe poseer un cuerpo cilíndrico hueco roscado de 1 ½" NPT para que la válvula nueva de control de aceite se una mediante rosca al acople; y así mismo, al otro lado del acople se inserte fácilmente al alojamiento que posee la purificadora. El material para su fabricación es bronce por ser un material resistente a la temperatura y resistente mecánicamente a las vibraciones.

Su fabricación fue realizada por el Jefe de Central Guangopolo, con el uso de un torno que sirvió para dar la forma al acople a partir de un pedazo de material de bronce. Adicionalmente, a la forma del acople fue necesario añadir dos soportes en forma de oreja los cuales se los soldaron con suelda para bronce y que sirven para sujetar el acople hacia la purificadora. Por otro lado, debido a que los tres conectores de la válvula son de 1 ½" se hizo necesario la fabricación de dos acoples roscados de 1 ½" a conexión para manguera flexible de 1", para así poder colocar la manguera de ingreso de aceite y en el otro la salida del by-pass. El uso de acoples para este montaje se referencia en la Figura 5.4. El montaje final se muestra en la Figura 5.5.

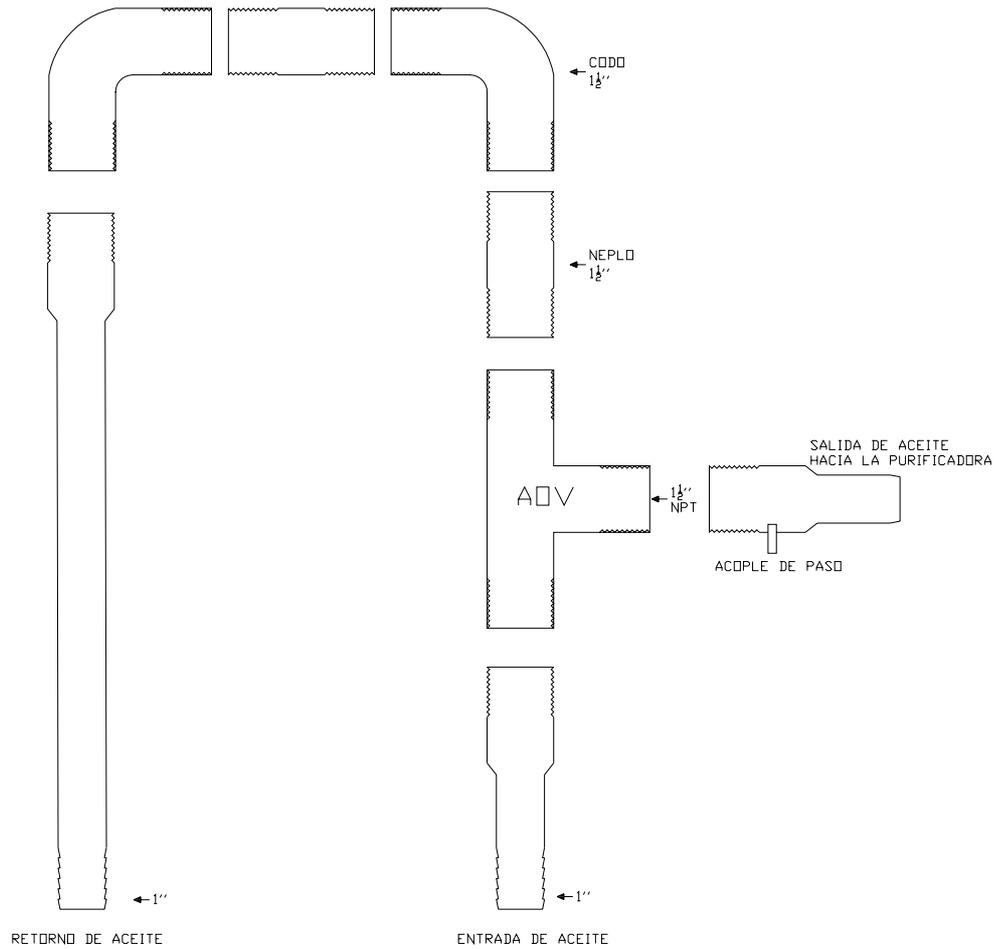


Figura 5.4. Montaje de la válvula para control de aceite de 3/2



Figura 5. 5. Montaje final de la válvula para control de aceite de 3/2

5.2.3 Montaje de la Válvula de Agua de Control y Válvula de Llenado y desplazamiento

El montaje de la válvula de agua de control se realizó usando la entrada de la purificadora proporcionada por el fabricante para este efecto, la cual es una entrada roscada M $\frac{3}{4}$ " NPT. Para este efecto se realizó un adaptador para el montaje, debido a que nuestra válvula es una del tipo de rosca F $\frac{1}{2}$ " NPT. El acople se lo realizo de manera que este pueda girar y roscarse a la entrada de la purificadora sin que la válvula gire con él. En la Figura 5.6. se puede ver las dimensiones de el acople realizado para la instalación de la válvula de agua de control.

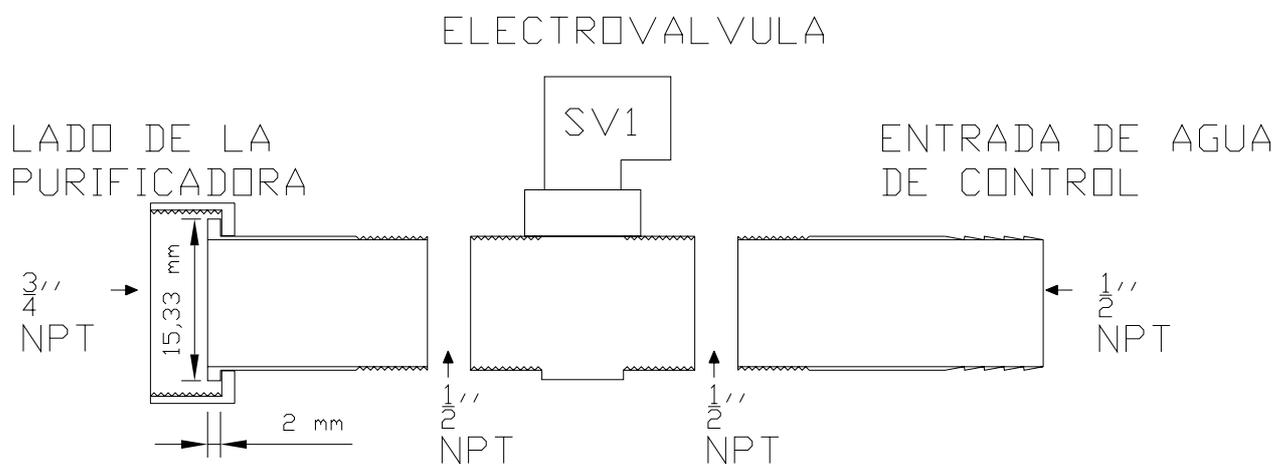


Figura 5.6. Acoples para montaje de válvula de agua de control



Figura 5.7. Montaje final de la válvula de agua de control

Por otro lado para el montaje de la válvula de llenado y desplazamiento se la realizó usando una serie de acoples los cuales se describen en la Figura 5.8, así mismo se fabricó los acoples necesarios para el montaje hacia la purificadora. Todos los elementos son de $\frac{1}{2}$ " de diámetro.

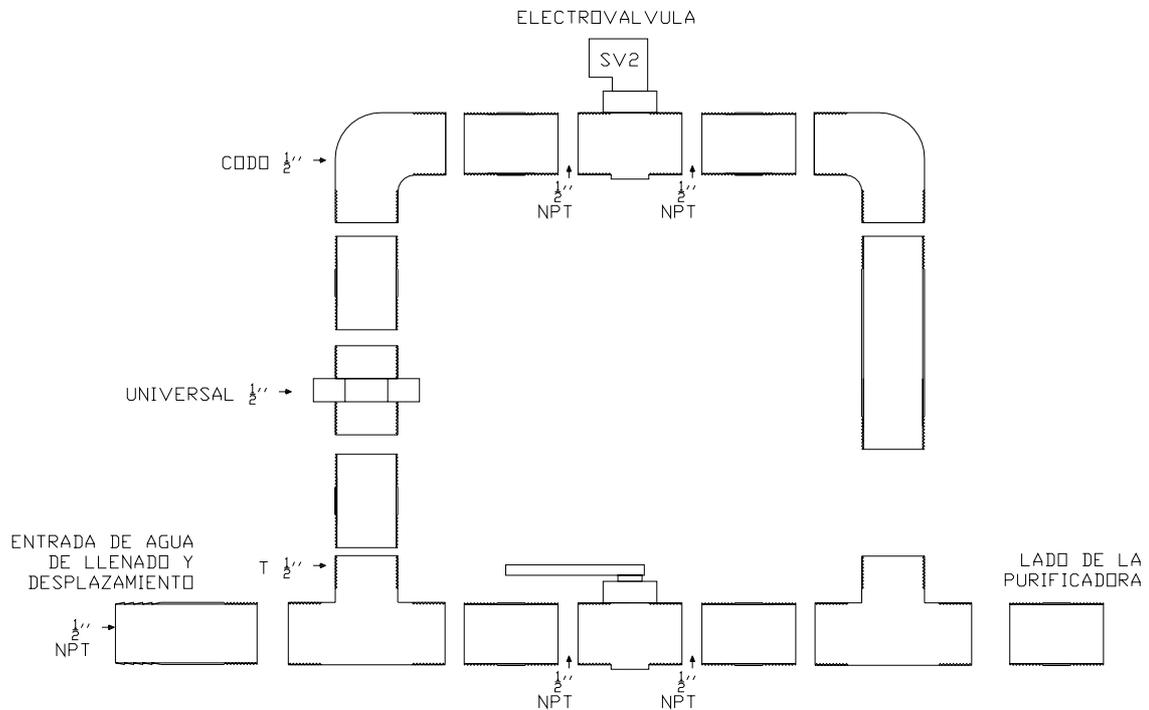


Figura 5.8. Acoples para Montaje de Válvula de Llenado y Desplazamiento



Figura 5.9. Montaje final de la válvula de llenado y desplazamiento

5.2.4 Montaje de Sensor de Presión

Para el montaje de este sensor se usó una tuerca que se la soldó a la tubería de salida de aceite limpio de la purificadora. Para el efecto se busco una tuerca con la misma rosca del sensor de presión, lo que haría más fácil el montaje del sensor en el punto de salida del aceite purificado. Así mismo una vez soldado se perforó la tubería en el interior de la tuerca. A continuación, se lo enrosco el sensor con el sello O'ring necesario para evitar fugas de aceite por el sensor. El diseño del montaje se encuentra en la Figura 5.10. Así mismo se muestra en la Figura 5.11 el montaje físico de dicho sensor.

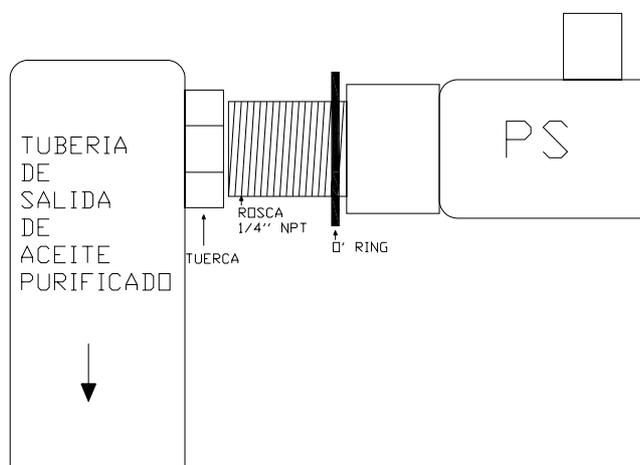


Figura 5.10. Montaje del sensor de presión



Figura 5.11. Montaje final del sensor de presión

5.2.5 Montaje del Sensor de Temperatura

Para el montaje del sensor de temperatura, se debe tomar en cuenta que este posee un termopozo que sirve principalmente para proteger al sensor en si. Este termopozo se lo colocó en un codo en la entrada del aceite no purificado donde se necesitaba medir la temperatura del aceite no purificado.

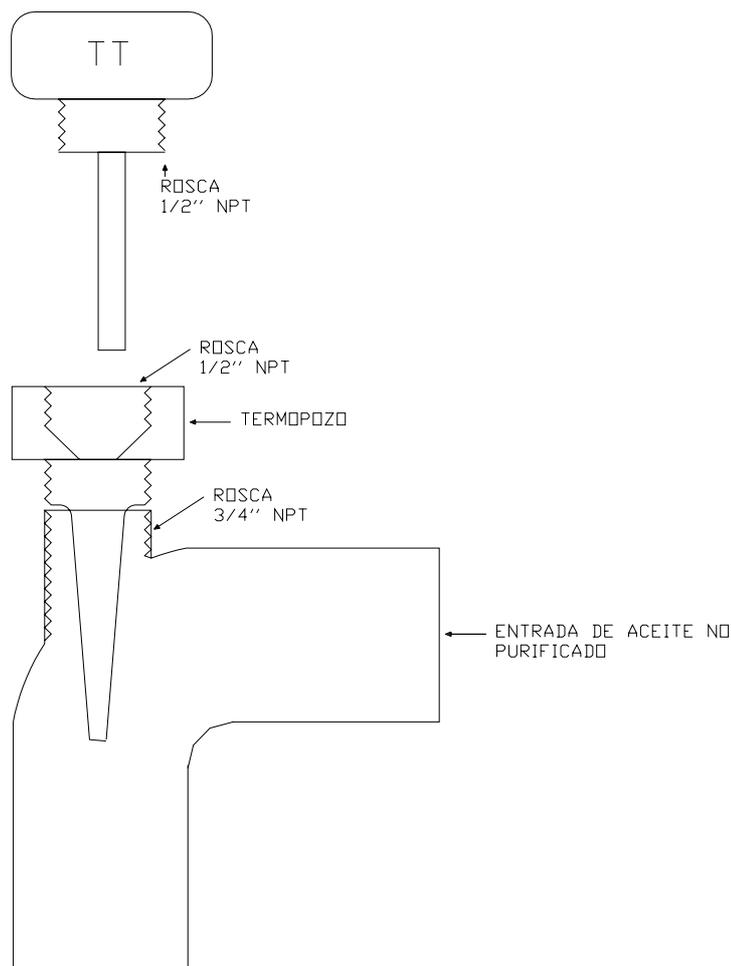


Figura 5.12. Montaje del sensor de Temperatura

5.2.6 Montaje del Sensor de Velocidad

El montaje del sensor de velocidad se escogió un lugar adecuado que permita medir la velocidad de la bola indirectamente, esto es donde exista una

relación de rotación directamente relacionada con la velocidad de la bola, ya que el motor gira a 1750 rpm mientras que la bola gira a 6500 rpm. Por facilidad del montaje se escogió el acoplamiento de fricción que es un disco donde se transmite por fricción el torque del motor electrico mediante 4 zapatas. Estas zapatas permiten vencer el torque inicial de la centrifuga sin que el motor se esfuerce demasiado al arranque. Para el montaje del sensor de velocidad propiamente dicho se realizó dos perforaciones perpendiculares sobre el disco a 180° uno del otro para que el sensor detecte la rotación del disco ya que esta se relaciona directamente con la rotación de la bola. Al arranque el motor gira las zapatas y estas transmiten el torque del motor de forma progresiva, siendo así que la bola va adquiriendo gradualmente velocidad hasta que la rapidez del disco se iguale a la del motor. Debido a la forma del disco se realizó un arreglo mecánico para que el sensor quede directamente en disposición perpendicular a cierta área del disco y quede alejado a 1.5mm máximos. El la Figura 5.13. se puede apreciar el diseño mecánico para el montaje y en la Figura 5.14 .se aprecia el montaje final del dispositivo al proceso.

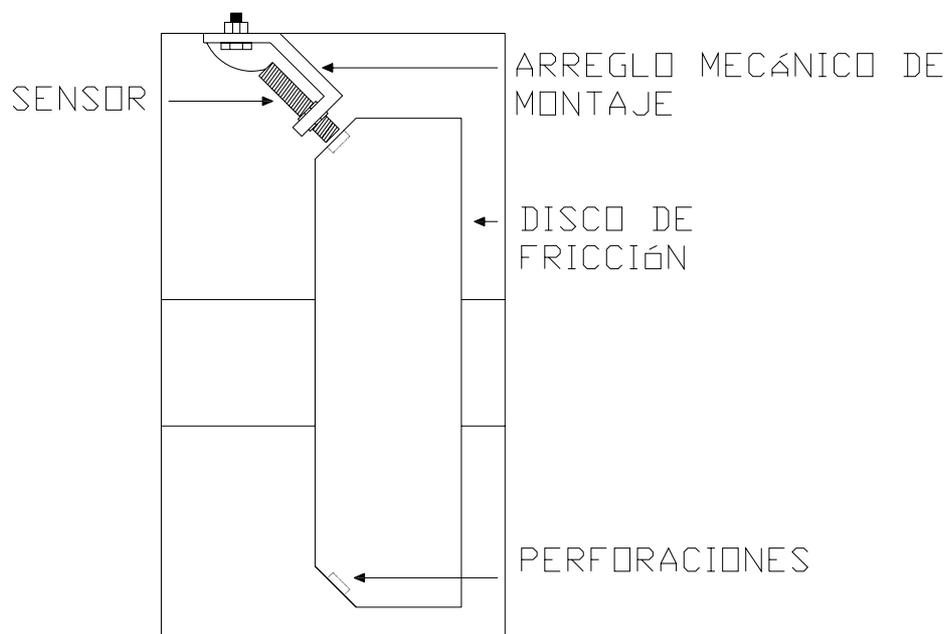


Figura 5.13. Montaje del Sensor de Velocidad

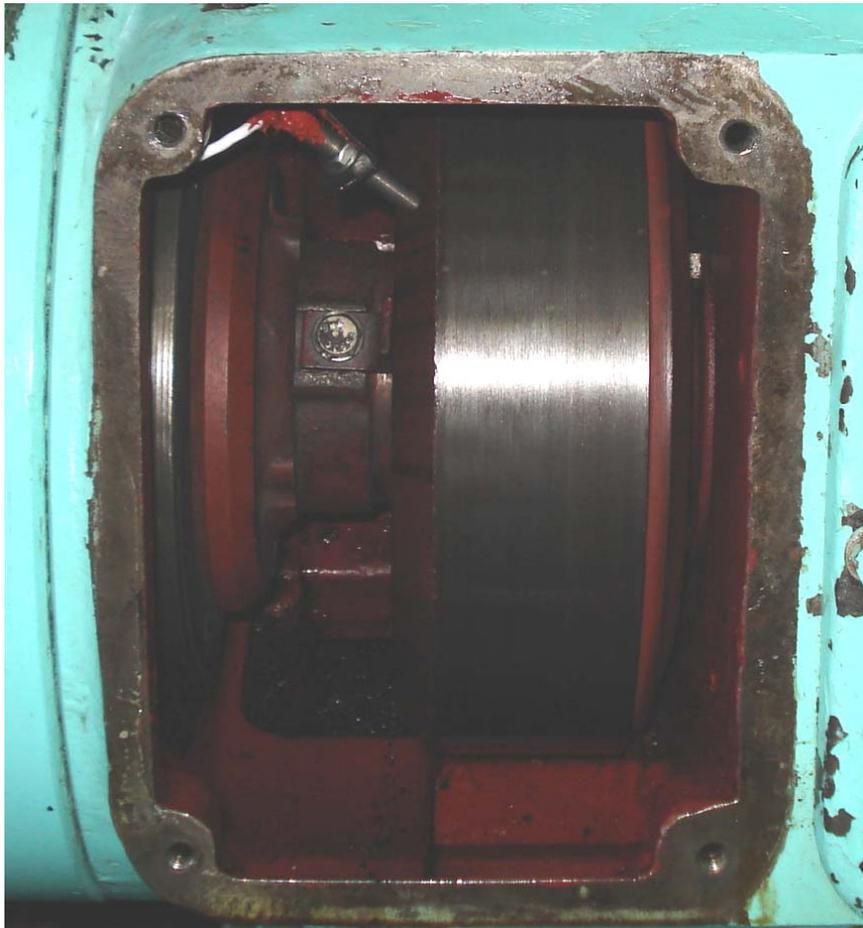


Figura 5.14. Montaje final del Sensor de Velocidad

5.3 MONTAJE DEL SISTEMA ELÉCTRICO

El montaje del sistema eléctrico se ha de ejecutar de acuerdo a los planos de interconexión anotados en el ANEXO 2 donde se encuentran a detalle estos diagramas. Para el montaje del tablero de control U2.0 con interconexión al módulo U1.0 el cual es el tablero original de control de la purificadora para el modo manual se ha basado en la disposición física mostrada en la Figura 5.15 la cual muestra a detalle la disposición de elementos en el tablero de control implementado. Este tablero es de dimensiones 40x40x20 cm con doble fondo.

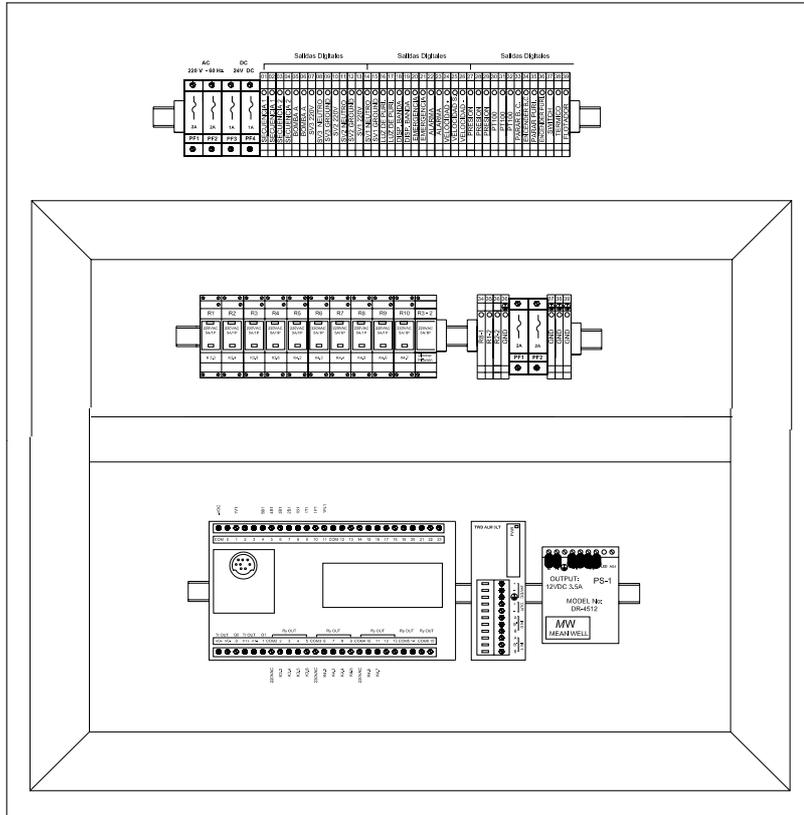


Figura 5.15. Montaje del tablero de control U2.0



Figura 5.16. Montaje final del tablero de control U2.0

Así mismo siguiendo el esquema mostrado en los planos eléctricos anexos, en el tablero de control original, se instaló la interfase HMI. Para el efecto se realizó una perforación de 184x126mm en dicho tablero para que pueda alojar el dispositivo de interfase Hombre Máquina. En la figura 5.17 se puede apreciar dicho dispositivo montado en el panel U1.0.



Figura 5.17. Montaje Final de la Interfase HMI

5.4 INTEGRACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL

Una vez hecho el montaje de los dispositivos en cada uno de los tableros, la integración del sistema de control se la realiza mediante la interconexión con cada una de las válvulas y demás instrumentación instalada, para ello se usa cable concéntrico 3x16 AWG con pantalla de aluminio. En total se obtuvo 6 cables de interconexión a cada uno de los dispositivos montados en el proceso (SV1, SV2,

SV3, TT, PS, SE) conectados desde el tablero de control U2.0. Cabe recalcar que los nodos de conexión se encuentran claramente detallados en los planos de interconexión eléctricos, los cuales también hacen referencia al diagrama de procesos para el sistema de control automático. Además se interconecta el suministro de energía desde los bornes de paso en el panel U2.0 al panel U1.0 para energizar la interfase HMI. Adicionalmente se instala la capacidad de comunicaciones entre el PLC e interfase HMI usando el cable de comunicaciones DB9 a Mini DIN suministrado por el fabricante de la pantalla HMI.

5.5 PUESTA EN MARCHA

Para la puesta en marcha del sistema se da atención a la verificación de los siguientes puntos antes de arrancar todo el conjunto:

- Verificación de conexiones eléctricas.
- Verificación de montaje de componentes mecánicos.
- Verificación de la lógica de programa del PLC y HMI.
- Calibración de interruptor de presión.
- Configuración de tiempos de programa de purificación.
- Verificación de puesta a tierra del sistema.
- Puesta en marcha.

5.5.1 Verificación de Conexiones Eléctricas

En la verificación de las conexiones eléctricas se debe poner énfasis en la fuente de alimentación que energiza los dispositivos eléctricos y electrónicos a 24VDC; por ejemplo, la interfase HMI, que trabaja a 24VDC, se debe verificar la correcta polarización de acuerdo al esquema eléctrico. Adicionalmente, el sensor inductivo posee un transistor interno que debe ser polarizado correctamente siguiendo el esquema correspondiente. Por otro lado, se debe también verificar la correcta energización de los sensores ON-OFF y dispositivos de maniobra ya que estos deben estar energizados a 24VDC, en cuanto estos ingresan al bloque de

entradas analógicas del PLC y una incorrecta conexión podría provocar fallos hasta poder destruir el PLC.

En cuanto a las conexiones se debe verificar que estén correctamente aseguradas, como es el caso de las borneras de paso, y demás terminales de todos los dispositivos eléctricos.

5.5.2 Verificación de Montaje de componentes Mecánicos

La verificación de los componentes mecánicos consiste básicamente en la revisión del correcto ajuste de cada uno de los instrumentos al proceso para así evitar fugas innecesarias de aceite o que estos vayan perdiendo ajuste con la continua vibración. Adicionalmente se verifica que mantengan la debida protección del alojamiento de las conexiones eléctricas, es decir las tapas de los alojamientos y prensaestopas de los cables se encuentren correctamente ajustados al instrumento.

5.5.3 Verificación de la lógica de programa del PLC y HMI

En este acápite se verifica que el programa del PLC cumpla con el diagrama de flujo propuesto para el control del sistema, y así mismo exista coherencias con las salidas y entradas de acuerdo al esquema eléctrico. Adicionalmente, en la verificación de la lógica de la pantalla HMI se busca que los tags usados en esta posean concordancia con cada una de las variables usadas en el PLC, ya sean estas de tipo WORD o BIT de programa. Con todo esto se quiere conseguir que los dos dispositivos interactúen adecuadamente en el momento de la energización y el control del proceso se lleve de manera adecuada.

5.5.4 Calibración del Interruptor de Presión

Esto se lleva a cabo con una fuente de aire comprimido que posee un regulador de presión y suministra presión al sensor, mientras que con un tornillo diseñado para el propósito se regula el punto de cambio de los contactos internos del presóstato. Este se lo calibró a 0.6 Kg/cm^2 , ya que esta es la presión de salida

de aceite purificado cuando no existe fugas de aceite por falla del sello de agua. Adicionalmente se asegura el tornillo de setting para que este no se mueva de su punto de calibración, para el efecto se usa silicón para impedir que este se mueva por efecto de la vibración.

5.5.5 Configuración de los tiempos de Programa de Purificación

Para la configuración de los tiempos de programa se pasó a tomar de manera experimental cuál es el lapso de tiempo en el cual el operador controla la máquina manualmente en cada uno de los pasos. Esto arrojó los siguientes resultados:

Descarga: 15s

Desplazamiento: 15s

Llenado: 200s

Purificación: 120min

Pulso de Apertura: 60x0.1s

Pulso de Cerrado: 4x0.1s

Adicionalmente de estos tiempos básicos se añadió el tiempo de refresco que fue diseñado para compensar posibles perdidas de agua de control y esto abra accidentalmente la bola. Este tiempo se lo obtuvo del manual de usuario que recomendaba un pulso de refresco cada 30 minutos para compensar las perdidas de agua de control.

Pulso de Refresco: 1x0.2s

Refrescar Pulso en: 30min

Una vez definidos estos tiempos se preprogramo en el PLC para que estos parámetros aparezcan por defecto la primera vez que se energice el sistema.

5.5.6 Verificación de Puesta a Tierra del Sistema

Debido a que este sistema estará montado en una central de generación eléctrica y los voltajes que este tablero contiene en el interior presenta un peligro considerable en caso de una falla a tierra, o por aumento de potencial en las líneas de potencia es necesario que el sistema se encuentre colocado solidamente a tierra para así proveer de la debida protección al usuario y al equipo. Para el efecto se verifico la conexión de los instrumentos a tierra y así mismo la del tablero U2.0 que este correctamente conectado con la tierra del tablero U1.0 y así garantizar la instalación eléctrica.

5.5.7 Puesta en Marcha

Para la puesta en marcha del sistema se procedió a seguir los pasos descritos en el ANEXO 5 que servirán de guía para el usuario final del sistema.

Luego de realizar los pasos descritos en el ANEXO 5 para poner en marcha el sistema se verificó que los valores propuestos mediante la toma de datos experimentales no eran los óptimos, debido a que la bola no se cerraba por completo en algunas ocasiones. Para solucionar esto se incremento el tiempo de cerrado y el tiempo de apertura de acuerdo a los valores recomendados de parámetros de programación. En la siguiente prueba con estos nuevos valores se verificó el correcto funcionamiento del sistema.

CAPITULO VI

PRUEBAS Y RESULTADOS

6.1 PRUEBAS

Luego de haber puesto en marcha el sistema, es muy importante realizar las pruebas necesarias para asegurar que el sistema vaya a trabajar durante tiempos indefinidos, cumpliendo con el proceso de control requerido por la máquina y brindando las facilidades de control desde el panel HMI. Adicionalmente es necesario probar los diferentes tipos de alarmas que el sistema posee para verificar que estas se activaran coordinadamente cuando la máquina se halle en operación.

6.1.1 Pruebas de sensores y electroválvulas

Prueba del sensor de Presión. El sensor de presión es aquel encargado de medir la presión de descarga de la máquina purificadora. Una disminución en el caudal hace que la presión de descarga decaiga y el sensor de presión cambie de estado. Para probar su funcionamiento en tiempo real se limitó el caudal de aceite de entrada a la máquina purificadora. La disminución de caudal se la hizo gradualmente hasta alcanzar una presión mínima de descarga de 0.6 Kg/cm^2 donde el switch de presión cambia de estado y la entrada correspondiente de esta alarma al PLC se activa y se puede visualizar su activación en los leds de estado de las entradas del controlador.

Prueba del sensor Flotador. Igualmente al sensor de presión, el flotador tiene como objetivo detectar el escape de aceite por la mirilla, para eso posee una cámara ubicada luego de la mirilla para acumular el aceite, y un pequeño agujero

de descarga en la cámara. Si el caudal de aceite de entrada a la cámara es demasiado grande y no puede desalojar por la descarga entonces la cámara se llena y se eleva el flotador. Como se posee el flotador y el acceso a la mirilla, se puede inyectar agua por la mirilla a gran caudal. Al igual que el caso anterior la entrada destinada para este sensor en el PLC se activa comprobándose así su correcto funcionamiento.

Prueba del sensor de Temperatura. El sensor es del tipo PT100 y principalmente permite medir en línea la temperatura del aceite de entrada a la máquina purificadora. Su verificación se la realizó con un medidor de temperatura analógico instalado originalmente en la purificadora y mediante comparación se verificó los resultados de los dos indicadores dando un valor muy similar con una diferencia de $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$, lo cual es aceptable ya que el valor leído en el medidor analógico tiene una resolución de 1°C .

Prueba del sensor Velocidad. Este sensor esta destinado a medir la velocidad del disco de fricción por lo tanto verificará la evolución de la velocidad angular en el tiempo y presentará en pantalla dicho valor. Valiéndonos de la interfase HMI, se puede observar el incremento de velocidad en el tiempo hasta llegar a un límite de 1750rpm, que es correcto ya que el disco de fricción debe alcanzar aproximadamente la velocidad del motor eléctrico, la cual es de 1780 rpm. Con esta prueba simple queda demostrada la correcta detección del sensor de velocidad.

Prueba de las válvulas de agua de llenado y de control. Estas válvulas sirven principalmente para permitir el acceso de agua hacia la purificadora ya sea para el llenado y desplazamiento o para el cerrado y apertura de la bola. Debido a que el sistema se encuentra ya totalmente montado, se realizó una corrida del programa para verificar la activación de estas válvulas en el tiempo programado. Se verificó la energización de la salida en los leds de señalización del PLC, además se observó que luego de transcurrir el proceso de cerrado y llenado de agua de la bola fluyó agua a través de la mirilla brindando así una verificación positiva del correcto funcionamiento de estas válvulas.

Prueba de la válvula de control de aire y válvula neumática para control de aceite. En este caso, al requerir la verificación de estas dos válvulas, se las prueba en conjunto ya que una es dependiente directamente de la otra. Para esto en modo manual en la interfase HMI y apagada la bomba de alimentación de aceite se actuó la válvula de control de aceite, y en el indicador de posición sobre la válvula neumática se observó el cambio de posición del actuador hacia la dirección de entrada de aceite a la máquina.

6.1.2 Pruebas de Interfase HMI

Las pruebas en la interfase HMI buscan principalmente realizar la verificación de la lógica de programación de la misma. Para este efecto se pasó a navegar por las diferentes opciones que esta ofrece. Por ejemplo, para el modo automático se pasó a verificar cada una de las funcionalidades de la interfase y su iteración con el PLC. Su desempeño correspondiente funcionó como lo esperado y su coordinación con el PLC es de acuerdo a lo programado tanto para el modo automático, manual, configuración de parámetros y ayudas en línea con lo que la interfase HMI se probaría con buen desempeño dentro del sistema de control.

6.1.3 Pruebas del PLC

Al igual que la HMI el PLC por ser un dispositivo programable, su verificación se basó principalmente en la coherencia de control de los diferentes captadores y actuadores. Para el efecto se pasó a correr el programa final instalado en el PLC con lo cual se verificó la secuencia de el envío de señales de control a los diferentes actuadores, como así también la respuesta a cada una de las señales de entrada. Adicionalmente se verifica la comunicación con la interfase HMI, y coherencia entre las peticiones del HMI y respuestas del PLC. Estas pequeñas pruebas demuestran el correcto funcionamiento del PLC, con coherencia en el programa para el sistema de purificación.

6.1.4 Pruebas del desempeño del sistema mecánico

Lo más importante del proyecto es verificar que la máquina realice correctamente el proceso de purificación de aceite lubricante. Esto es una variable muy importante que solo se puede verificar con un análisis de laboratorio del

aceite en cuestión. Para probar que la máquina se encuentra purificando con los requerimientos adecuados se tomó uno de los informes de análisis de aceites de la central Térmica Guangopolo para la unidad N°6, la cual muestra que el contenido de insolubles en pentano están por debajo de lo máximo permitido lo cual prueba que el sistema mecánico se ha acoplado perfectamente al nuevo sistema de control.

6.1.5 Pruebas del sistema global

Una vez realizadas cada una de las pruebas parciales del sistema, se realiza la prueba global del sistema. Esto es poner en funcionamiento el sistema y poner el sistema bajo diferentes situaciones que este se encontraría bajo condiciones reales.

Para le efecto, se procedió en primera parte con el modo manual, donde se realizó las operaciones correspondientes a este modo de acuerdo al manual de usuario contenido en el ANEXO 5. En este modo se verificó las alarmas de baja velocidad apagando el motor de la purificadora, el sensor de presión limitando la entrada de aceite, el flotador inyectando agua abundante a la salida de la mirilla, y baja temperatura cerrando la válvula de entrada de vapor principal. En todos estos casos, y por separado, se verificó el adecuado disparo del proceso que fundamentalmente es el cerrado de la válvula de aceite y la notificación de la alarma en la pantalla con la indicación al tablero de control de motor correspondiente.

Así mismo para el modo manual se verificó la secuencia del programa y disparo para cada uno de los casos de alarma del sistema dando una prueba exitosa del sistema. Adicionalmente, se varió los tiempos de programa de purificación siendo este satisfactorio para la siguiente configuración obtenida experimentalmente al variar estos parámetros en diferentes ocasiones.

Temperatura

Limite Superior: 90°C

Limite Inferior: 70°C

Velocidad

Limite Inferior: 1700 rpm

Tiempos de Programa

Retardo de Alarma: 10s

Descarga: 20s

Desplazamiento: 20s

Llenado: 190s

Purificación: 120min

Pulso de Apertura: 80x0.1s

Pulso de Cerrado: 55x0.1s

Pulso de Refresco: 1x0.1s

Refrescar Pulso en: 40min

6.2 RESULTADOS

6.2.1 Resultados de Operación

Debido a que la máquina purificadora se halla controlada totalmente por el sistema automático, el operador del grupo ha minimizado sus esfuerzos dirigidos a la supervisión de la máquina dando así como resultado mas tiempo para la operación solamente del grupo generador y ya no en conjunto con la máquina purificadora. Adicionalmente, el principal resultado que se busco es evitar la perdida excesiva de aceite. Aquí es donde el sistema ha demostrado responder adecuadamente, ya que desde que se ha instalado el sistema ya no se ha perdido aceite como en ocasiones anteriores donde se han llegado a perder hasta 2000

litros de aceite. Por diseño del mismo sistema, este se dispara automáticamente luego de 10 segundos de haber detectado una falla, y solo se reinicia el proceso luego que se haya superado la misma. Si persiste la falla el sistema se dispara hasta que la falla sea detectada y solucionada por completo.

Por otro lado, con el sistema controlador ahora el operador puede ver el estado del proceso en línea, ya que se muestra en pantalla el estado del proceso y el valor de las variables de proceso como velocidad y temperatura. Además, en caso de fallas se muestra en pantalla cual fue la falla en un registro de alarmas.

6.2.2 Resultados de Costo - Beneficio con la Automatización de la Máquina Purificadora

Uno de los principales objetivos que se buscó al automatizar la máquina fue el reducir las pérdidas de aceite. El aceite lubricante es un aditivo bastante caro, especialmente debido a que este debe cumplir ciertas características especiales para este tipo de motores.

Refiriéndonos al caso cuando se perdió 1000 litros de aceite por falla en la purificadora. Hablando económicamente este representa una pérdida bastante elevada para la empresa. El precio aproximado por galón de este tipo de aceite es de 5 USD. Con esto se perdió aproximadamente 1300 dólares. Con la ejecución del proyecto estas pérdidas se verían compensadas ya que el sistema es suficientemente robusto para evitar este tipo de pérdidas y su costo de instalación está compensado por el ahorro de aceite en cualquier tipo de falla de la máquina.

6.2.3 Análisis Económico para la Automatización del Sistema de control

Con el caso expuesto anteriormente y de acuerdo a la Tabla 6.1. se aprecia el propuesto referencial para el presente proyecto.

Tabla 6.1. Presupuesto referencial para la automatización de la máquina purificadora

		Unidad	P.xUni	Total
Tubería de Cobre 3/8	6	m	10	60
Acoples de bronce	6	S/U	3,5	21
Acoples de Bronce para montaje de la válvula de Alimentación de aceite a la purificadora.	1	S/U	2,3	2,3
Acople de Bronce para montaje de electro válvula de control.	1	S/U	250	250
Tubería de hierro Aluminizado de ½"	2	m	2	4
Codos de ½"	2	S/U	1	2
Neplos de ½"	9	S/U	1	9
T de ½"	2	S/U	1,5	3
Acople universal de ½"	1	S/U	1,5	1,5
Codos de 1 ½ de hierro aluminizado.	2	S/U	5	10
Neplos de hierro aluminizado de 1 ½	3	S/U	5	15
Manguera flexible ¾	2	m	20	40
Cable concéntrico apantallado 3x16 AWG	60	m	1,9	114
Cable para control THHN 20 AWG	200	m	0,3	60
Terminales tipo puntera para cable 18-20 AWG	200	S/U	0,01	2
Terminales tipo puntera para cable 14-16 AWG	200	S/U	0,02	4
Cable para tierra THHN 14 AWG	3	m	0,49	1,47
Terminales tipo ojo para puesta a tierra	2	S/U	0,02	0,04
Prensaestopas para cables	10	S/U	0,5	5
Tubo Conduit	30	cm	1	30
Terminales para tubo Conduit 1 ½	2	S/U	2	4
Canaleta cerrada	4	m	5	20
Riel Din 35 mm	1,5	m	4	6
Canaleta abierta	2	m	4,2	8,4
Borneras de paso de 2mm	40	S/U	0,9	36
Borneras de paso con porta fusible 4mm	10	S/U	1,5	15
Borneras de puesta a tierra	10	S/U	2	20
Sujeta borneras	10	S/U	0,5	5
Marquillas para cables	1	S/U	5	5
Caja Metálica de doble Fondo, NEMA 4	1	S/U	40	40
Válvula de paso para control de aire	1	S/U	30	30
Electroválvula para control de aire	1	S/U	90,52	90,52

Válvula Neumática para control de Aceite	1	S/U	550,92	550,92
Electroválvula para agua de control	2	S/U	115,32	230,64
Switch de Presión	1	S/U	185,26	185,26
Unidad de Mantenimiento de Aire comprimido	1	S/U	89,23	89,23
Sensor Inductivo de proximidad	1	S/U	273,16	273,16
PT100	1	S/U	180,26	180,26
PLC TWIDO TWD LCAE 40 DRF + software	1	S/U	1444,25	1444,25
Módulo analógico TWD ALM 3LT	1	S/U	333,96	333,96
Interfase HMI 601+software	1	S/U	499,42	499,42
Fuente de Alimentación	1	S/U	40,3	40,3
Relé de mando de un polo	1	S/U	9,56	9,56
			Subtotal	4751,19
			IVA	570,1428
			Total	5321,333

Para una idea más específica acerca de la rentabilidad de la implementación del sistema lo analizamos desde el punto de vista de pérdidas de aceite debido a malas maniobras en la máquina y por fallos de la misma de acuerdo a la Tabla 6.2.

Tabla 6. 2. Pérdidas económicas estimadas por el tratamiento de aceite lubricante

Año	Pérdidas en USD
2004	\$1300
2005	\$1250
2006	\$1100

Según la tabla anterior se puede concluir que se pierde anualmente aproximadamente 1300 USD en aceite por efectos de fallas de operación o fallas en la máquina purificadora. Ahora, a partir de estos datos podemos proyectarnos a futuro con un cálculo de nuestro valor actual neto (VAN), y tasa interna de rendimiento (TIR) a partir del siguiente cuadro construido para periodos anuales futuros, y así determinar la factibilidad del proyecto.

Tabla 6.3. Flujo de dinero en el tratamiento de aceite lubricante

Periodo	Ingresos	Egresos	Flujo
0		5321,33	-5321,33
1	1300		1300
2	1300		1300
3	1300		1300
4	1300		1300
5	1300		1300
6	1300		1300
7	1300		1300
8	1300		1300
9	1300		1300
10	1300		1300

Ayudándonos de una hoja de cálculo para el cálculo de dichos valores a partir del cuadro anterior se obtuvo:

Tabla 6.4. Cálculo de VAN y TIR usando una hoja de cálculo.

f_x =TIR(B2:B12)

f_x =VNA(0,1;B3:B12)+B2

Período	Flujo de Fondos
0	-5321,33
1	1300
2	1300
3	1300
4	1300
5	1300
6	1300
7	1300
8	1300
9	1300
10	1300

TIR	20,71%
VAN	2.666,61

Por Valor Actual Neto de una inversión se entiende la suma de los valores actualizados de todos los flujos netos de caja esperados del proyecto, deducido el valor de la inversión inicial.

Por definición cualquier proyecto por el cual el VAN sea mayor que cero es rentable con lo cual justificaría la inversión a 10 años, asumiendo como valor constante el valor por galón de aceite lubricante que sería una ganancia a rentabilidad, a un interés de un 10%. Así mismo, el análisis mediante el TIR se considera que una inversión es aconsejable si el T.I.R. resultante es igual o superior a la tasa exigida por el inversor, y entre varias alternativas, la más conveniente será aquella que ofrezca una T.I.R. mayor. En este caso nuestra tasa exigida por el inversor es del 10% y nuestro TIR es del 20.71% con lo que se aseguraría la rentabilidad del proyecto y así ahorrar pérdidas de aceite en cada grupo de generación.

De acuerdo a los valores arrojados en la Tabla 6.4. para un VAN superior a cero y un TIR mayor al exigido por el inversor el proyecto a primera instancia es aconsejable para su implementación en los demás grupos de generación por su rentabilidad a futuro.

6.2.4 Resultado Global del sistema

El sistema ha demostrado adaptarse al proceso y su funcionamiento ha sido el esperado, por lo que se ha garantizado su funcionamiento a lo largo del tiempo de operación de la máquina purificadora, reduciendo así probabilidades de pérdidas de aceite por fallas de operación debido a que se cuenta con la supervisión continua del sistema que brindará rentabilidad a la empresa a futuro.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

El “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA LA MÁQUINA PURIFICADORA DE ACEITE WSK KRAKOW DE LAVAL, TIPO MPAX 207 - 24S DE LA CENTRAL TÉRMICA GUANGOPOLO – TERMOPICHINCHA” está basado en el uso de componentes a nivel industrial, lo que hace que su diseño e implementación sea lo suficientemente apto para trabajar en un ambiente exigente cumpliendo con las especificaciones propuestas para su funcionamiento.

- El modelo del sistema controlador propuesto para la automatización de esta máquina purificadora desde un comienzo ha demostrado ser óptimo para el proceso, lo cual permitirá la implementación del mismo en las demás máquinas restantes y así conducirá a reducir el uso del recurso humano para su operación, además brindando el monitoreo del proceso continuo y confiable.
- El uso del sistema de control adaptado a un sistema netamente manual con tecnología antigua ha demostrado que los sistemas de control actuales pueden adaptarse fácilmente a procesos controlados de manera tradicional, es decir de manera manual, con dispositivos automáticos que realizan funciones de control mejoradas en cuanto al monitoreo continuo se trata.

- El uso de estándares industriales en el diseño de nuevos sistemas controladores permite evaluar su desempeño al momento de su puesta en marcha ya que se especifica de antemano las condiciones a que este se someterán y así mantener su funcionamiento dentro de los rangos especificados de acuerdo a la necesidad.
- La utilización de sistemas controladores programables hace que el control sea reducido a un solo dispositivo que evalúa y ejecuta el proceso de acuerdo a una lógica preprogramada, lo que hace mucho más fácil el mantenimiento preventivo y ubicación de errores debido a que la instalación física se reduce notablemente frente al uso de otros métodos de control.
- En este proyecto se utiliza el PLC TWIDO, y software de programación TWIDOSOFT, que han hecho posible conseguir los resultados deseados en cuanto a la lógica de programación para que esta se ajuste al proceso con un desempeño elevado para controlar y detectar posibles fallas del sistema evitando así pérdidas económicas en cuanto al desperdicio de aceite lubricante se trata.
- La interfase HMI, en este caso la Touch Screen, permite visualizar el proceso de manera comprensible al usuario, dándole así una visualización global del estado del proceso, ingreso de datos interactivos, y varias funcionalidades que hacen que el proceso funcione de una manera muy sustentable para el proceso de producción termoeléctrica.

7.2 RECOMENDACIONES

- Dedique el tiempo necesario para entender el proceso de purificación, así como la operación de la máquina para generar una idea global del funcionamiento y así determinar la iteración de los dispositivos que se usarán para dar las mismas funcionalidades de acuerdo al proceso llevado de manera tradicional.

- La adaptación de sistemas de control moderno a máquinas controladas mediante un operador, debe brindar las mismas funciones y mejoradas, por lo tanto se deben tener en cuenta cada uno de los problemas que generalmente se enfrenta en la operación manual.
- La planificación para llevar a cabo el diseño e instalación de un sistema de control se debe dar desde el punto de vista de la adquisición de componentes, tiempo de instalación, y contratiempos que se pueda dar en la ejecución del proyecto para así evitar pérdidas de tiempo innecesarias.
- El diseñador debe tener en cuenta cada uno de los detalles que posee la máquina para que un sistema de control se adapte fácilmente y no lleve a contratiempos en la producción por cualquier impredeción no hecha antes del diseño, es decir, se debe calcular y estimar la posibilidad de fallas en el momento de la puesta en marcha.
- Mediante el estudio de los sistemas mecánicos y su funcionamiento da una visión mas específica de cómo un sistema debe trabajar y sus condiciones en operación lo que reduce la posibilidad de fallos en el diseño, por lo que se debe dar la atención adecuada al entendimiento del sistema mecánico.
- Los instrumentos y dispositivos se deben dimensionar de acuerdo a la aplicación para que estos trabajen adecuadamente en el medio en donde se usarán y así evitar un mal funcionamiento por subdimensionamiento.
- Se debe poseer un stock moderado de repuestos para reemplazar los componentes más representativos del sistema de control implementado como los diafragmas de las válvulas de agua, resortes de retorno de las válvulas, relés de reemplazo, fusibles, baterías de reemplazo para el PLC y HMI, y demás equipo empleado en el sistema.

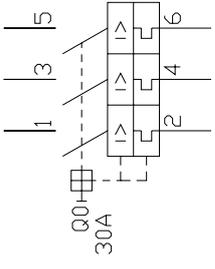
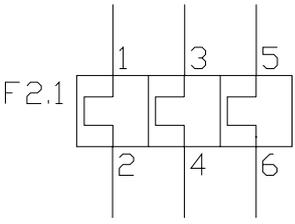
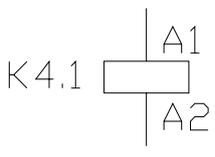
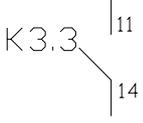
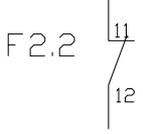
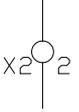
- El sistema se considera libre de mantenimiento físico, por lo que esta limitado a la actualización a nivel de software, el cual puede brindar mejoras al sistema en cuanto al desempeño mediante optimización de los algoritmos de control del proceso.
- Como en cualquier proyecto de automatización se corre el peligro de que el sistema falle y deje fuera de funcionamiento a un sistema, por lo que siempre se debe considerar en proveer un sistema con operación manual para poder operar hasta que se recupere el sistema automático.

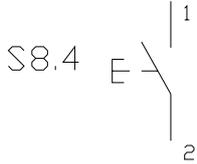
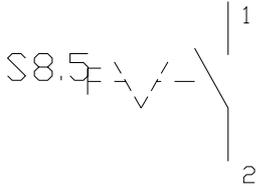
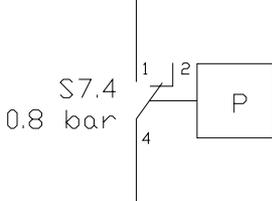
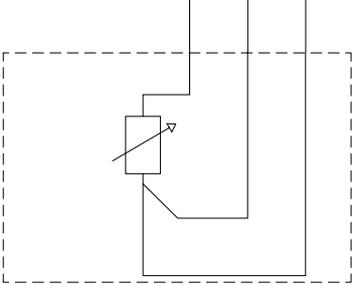
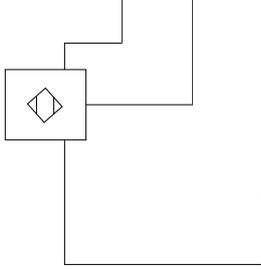
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

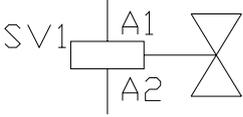
-  Libro de Instrucciones, Separadora Alfa Laval, tipo MPAX 207S – 20, 1970.
-  Instruction Manual, Control Unit, Model VESC-1, Westfalia Separator AG, Edition 1975.
-  Instrumentación y Sistemas de Control, Ortiz Hugo, Facultad de Ingeniería Electrónica ESPE, 1998.
-  Automation and Control, Human/Machine Interfaces, Schneider Electric catalogue, 2004.
-  Programmable Controller, Schneider Electric catalogue, 2004.
-  IEEE Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems, 5th edition.
-  Interruptores BT-EasyPact, Merlin Gerín, Schneider Electric catalogue, 2006.
-  www.alfalaval.com/ecoreJava/WebObjects/ecoreJava.woa/wa/showNode?siteNodeID=5429&contentID=28080&languageID=1
-  www.westfalia-separator.com
-  www.sorinc.com

ANEXO 1

SÍMBOLOS IEC PARA APARATOS DE MANIOBRA Y ACCIONAMIENTOS ELECTROMAGNÉTICOS

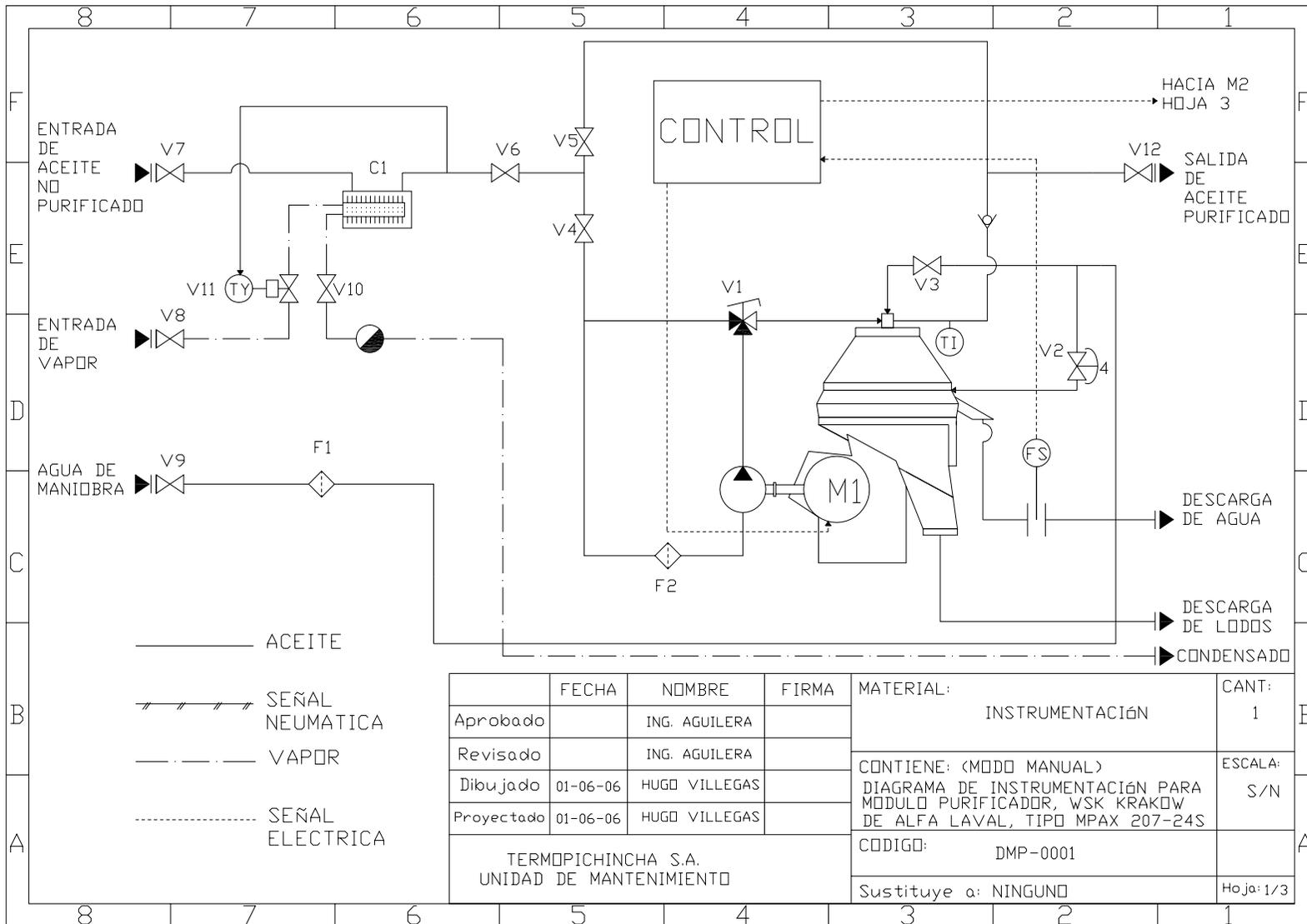
	Disyuntor Magneto térmico
	Relé Térmico
	Contactor o Relé
	Contacto Normalmente Abierto
	Contacto Normalmente Cerrado
	Bornera de Paso
	Fusible

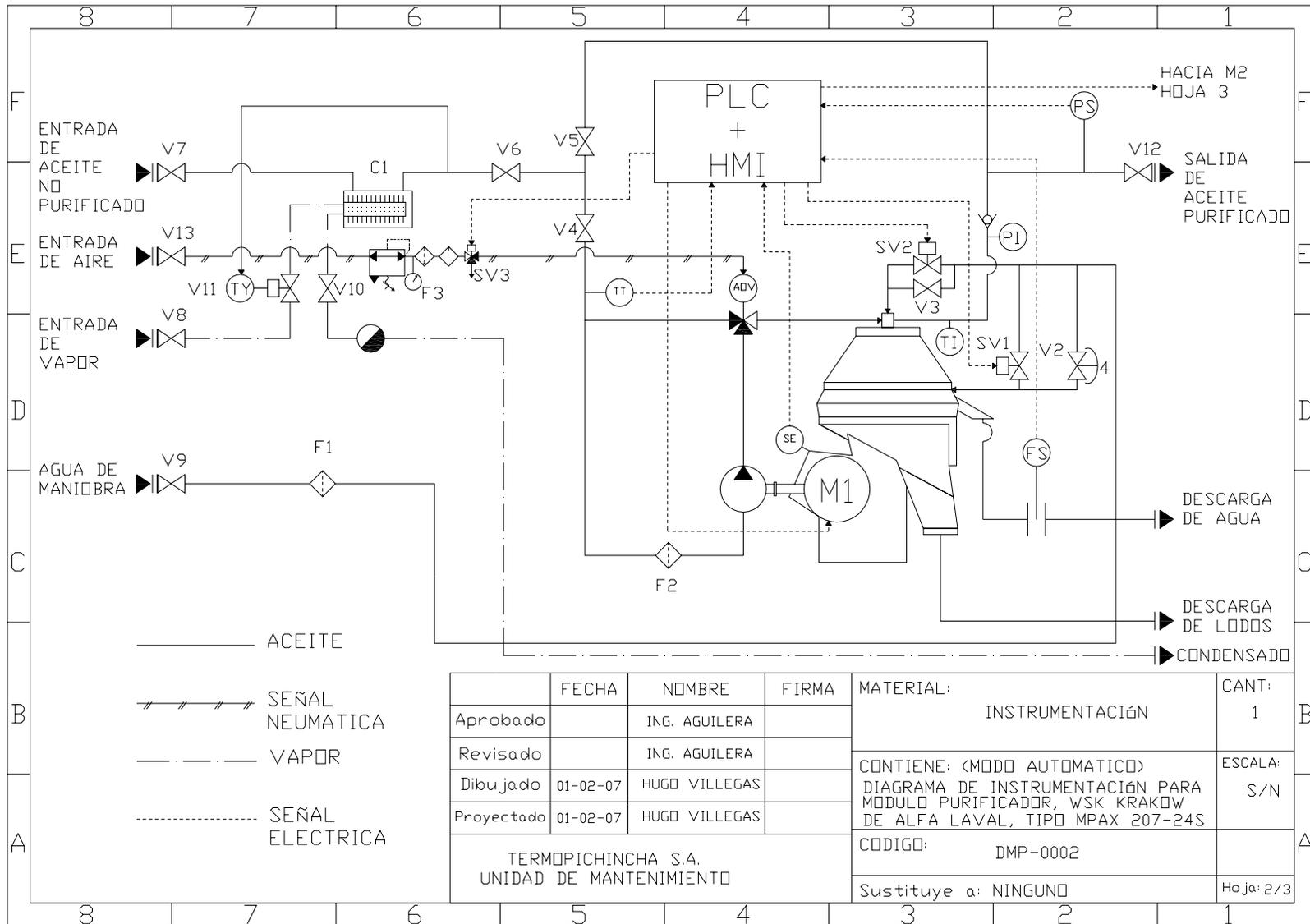
 <p>T1 380V/220V 200 VA</p>	<p>Transformador de Potencial</p>
 <p>S8.4 E</p>	<p>Pulsador Normalmente Abierto</p>
 <p>S8.5</p>	<p>Interruptor con Posición de Enclavamiento Normalmente Abierta</p>
 <p>S7.4 0.8 bar</p>	<p>Interruptor de Presión</p>
	<p>RTD a tres hilos</p>
	<p>Sensor de Proximidad</p>
 <p>H1</p>	<p>Lámpara Piloto</p>

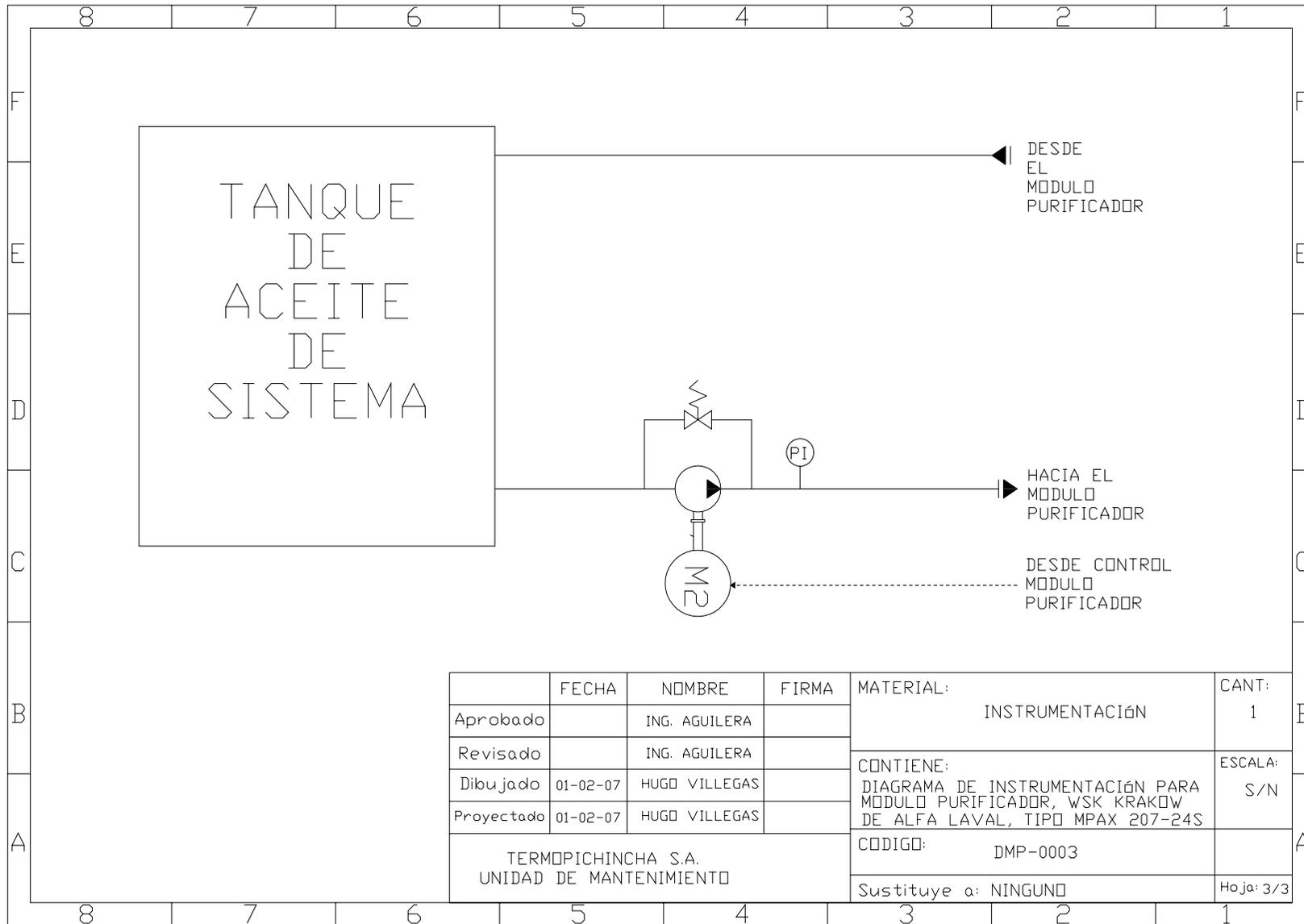
 <p>SV1</p>	Electroválvula
 <p>220V60Hz/24VDC G1 2A PE - +</p>	Fuente de Poder
 <p>F8 2A</p>	Disyuntor Magnético

ANEXO 2

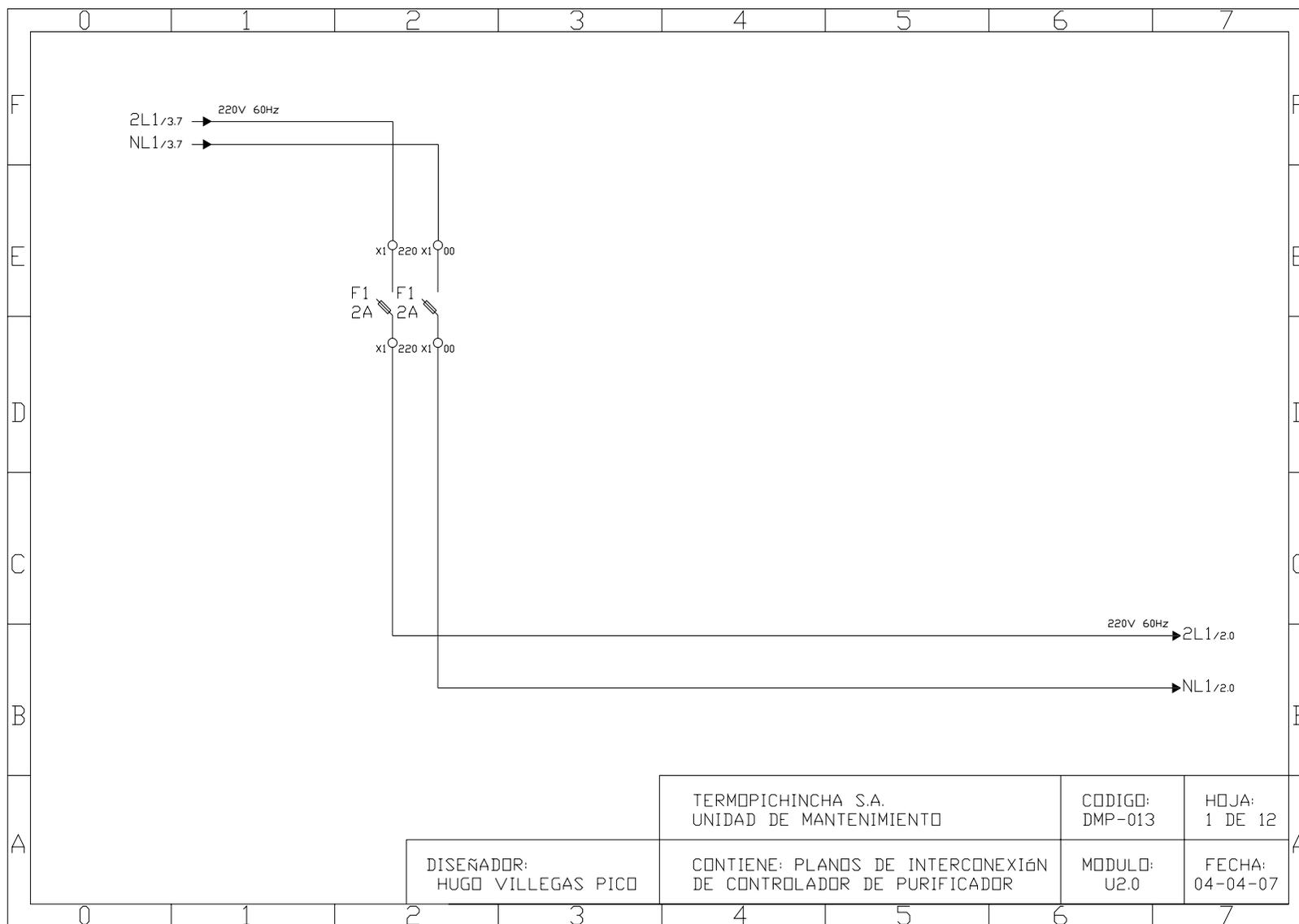
**DIAGRAMAS DE PROCESO E INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA DEL SISTEMA
DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA LA MÁQUINA PURIFICADORA DE
ACEITE WSK KRAKOW DE LAVAL, TIPO MPAX 207 - 24S DE LA CENTRAL
TÉRMICA GUANGOPOLO – TERMOPICHINCHA**

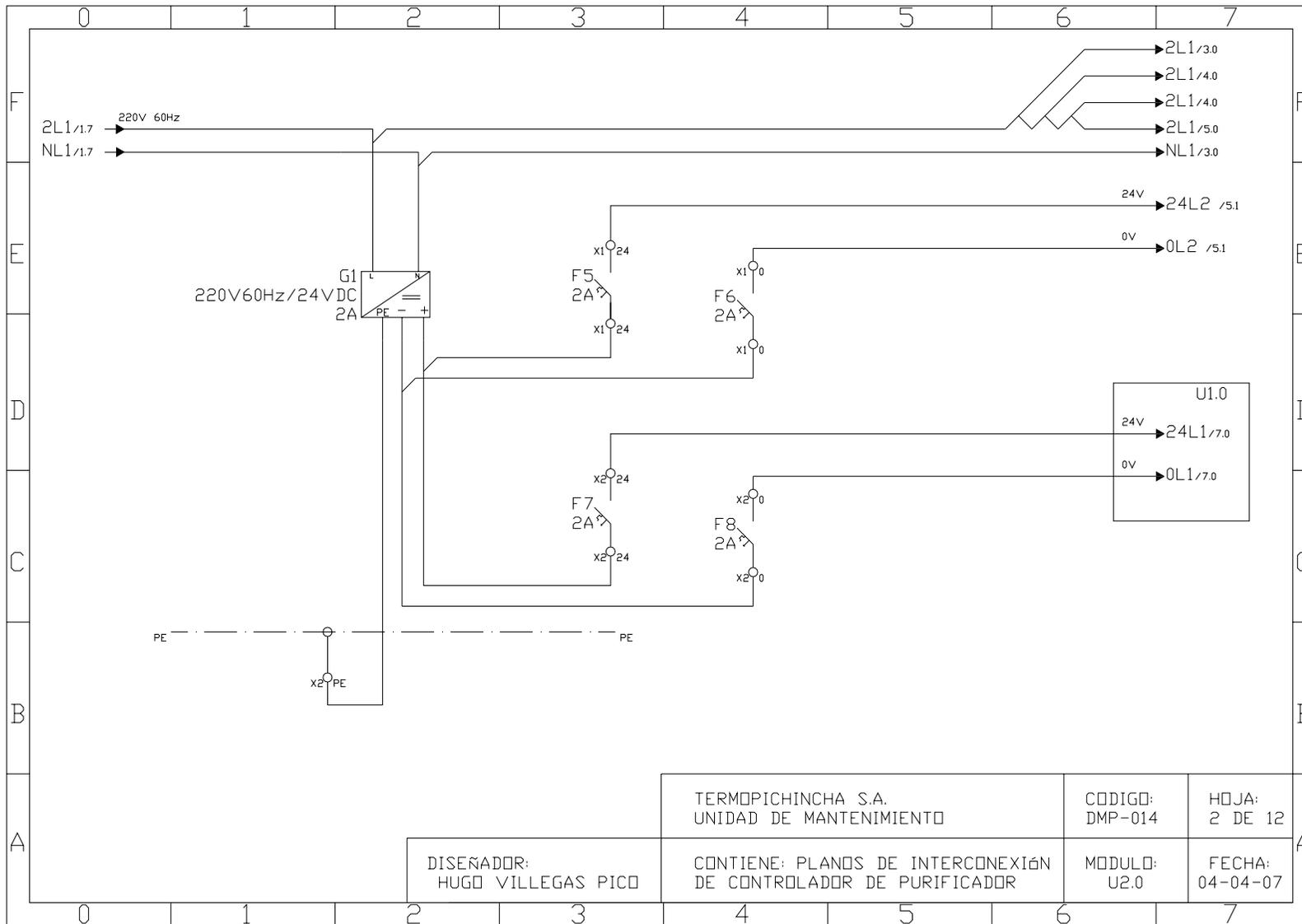


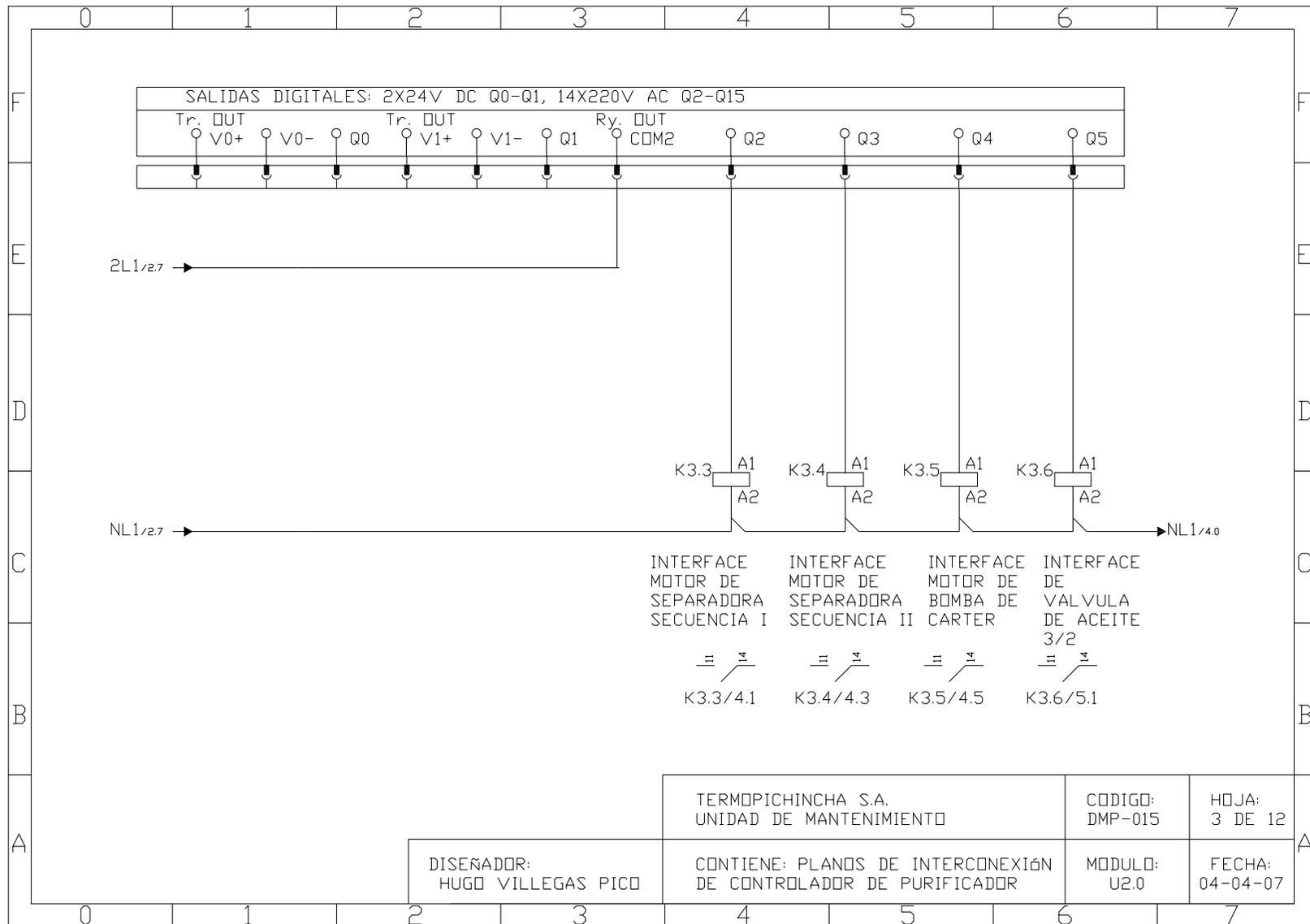


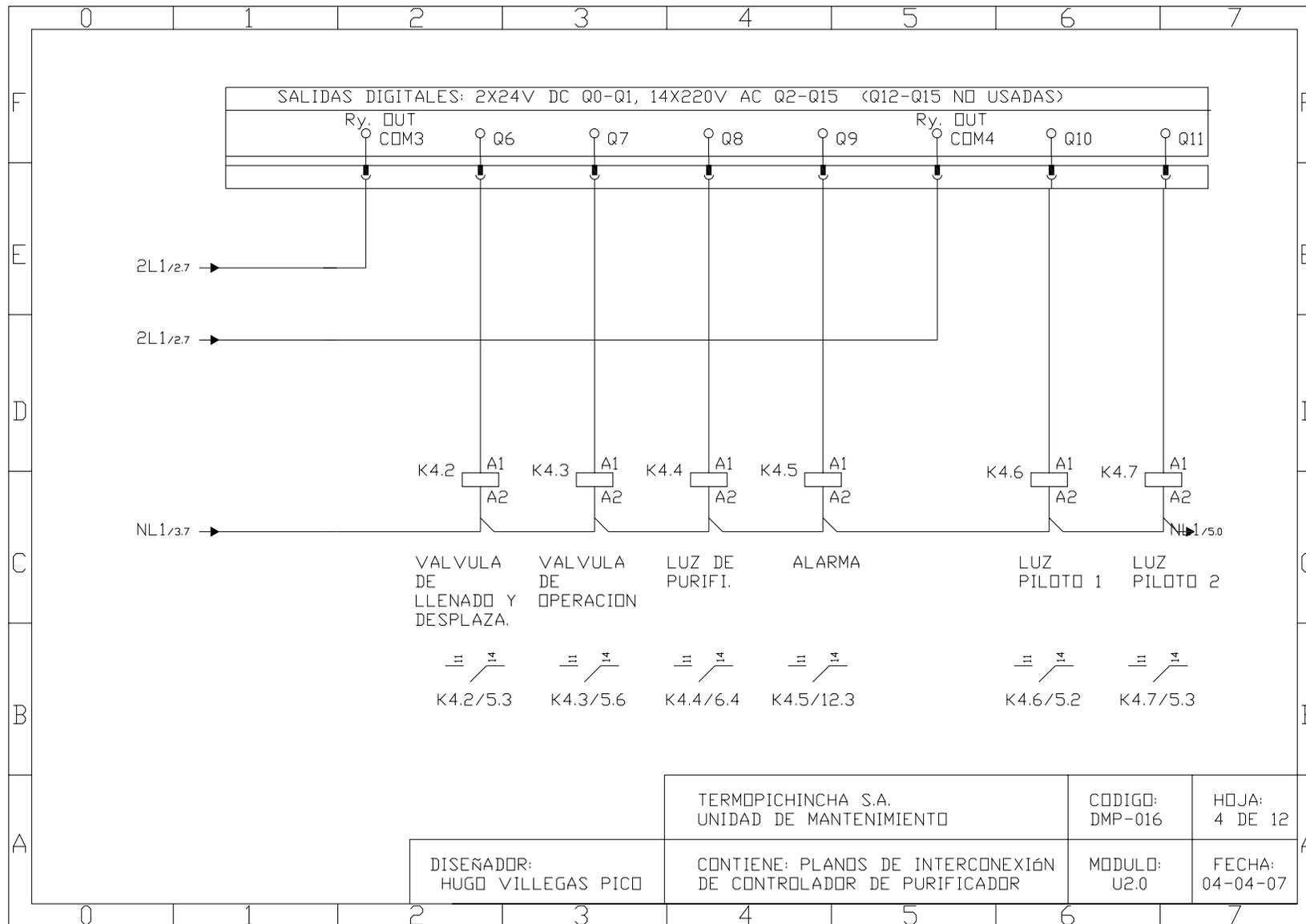


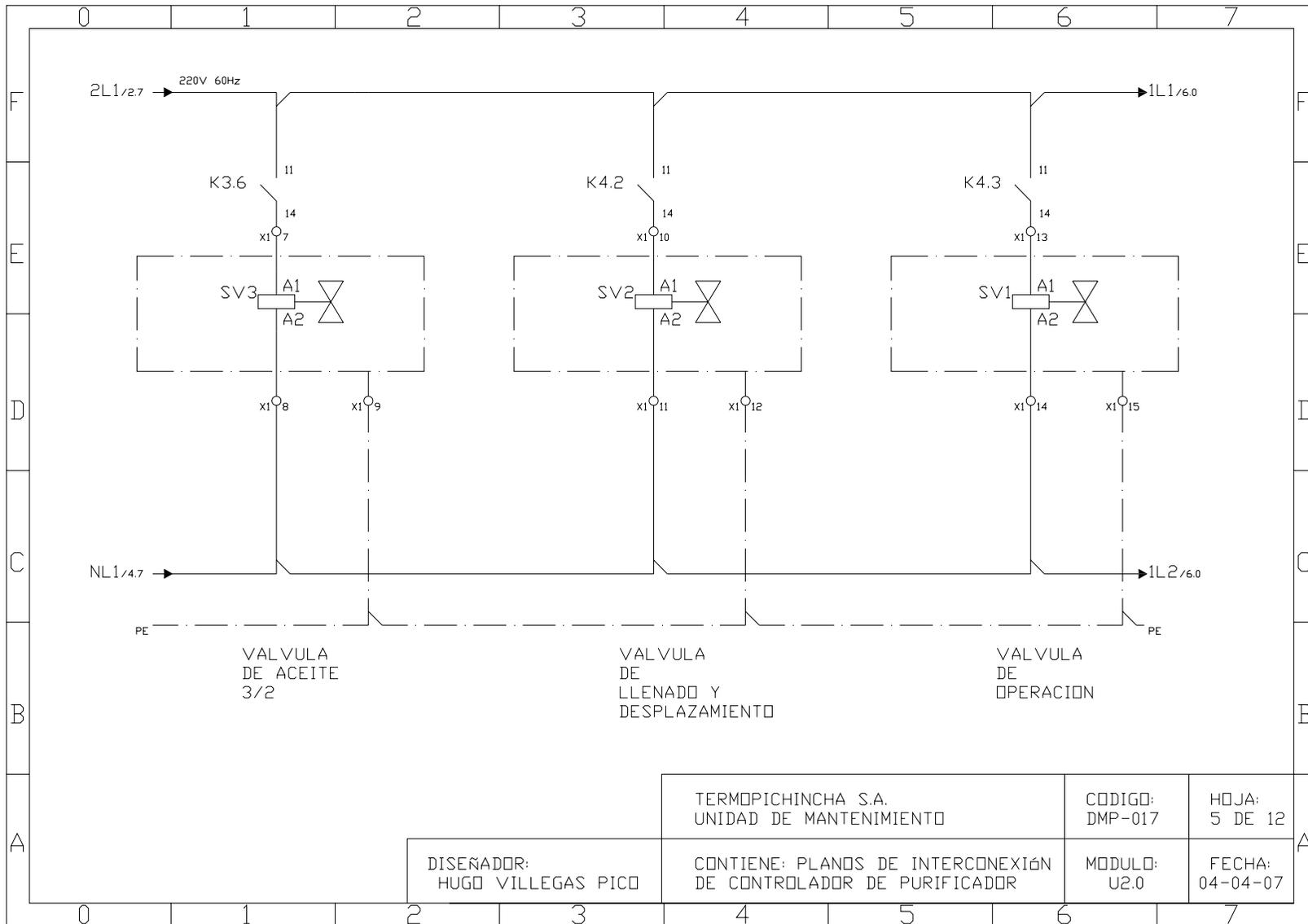
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANT:
Aprobado		ING. AGUILERA		INSTRUMENTACIÓN	1
Revisado		ING. AGUILERA			
Dibujado	01-02-07	HUGO VILLEGAS		CONTIENE: DIAGRAMA DE INSTRUMENTACIÓN PARA MÓDULO PURIFICADOR, WSK KRAKOW DE ALFA LAVAL, TIPO MPAX 207-24S	ESCALA: S/N
Proyectado	01-02-07	HUGO VILLEGAS			
TERMOPICHINCHA S.A. UNIDAD DE MANTENIMIENTO				CODIGO: DMP-0003	
				Sustituye a: NINGUNO	Hoja: 3/3

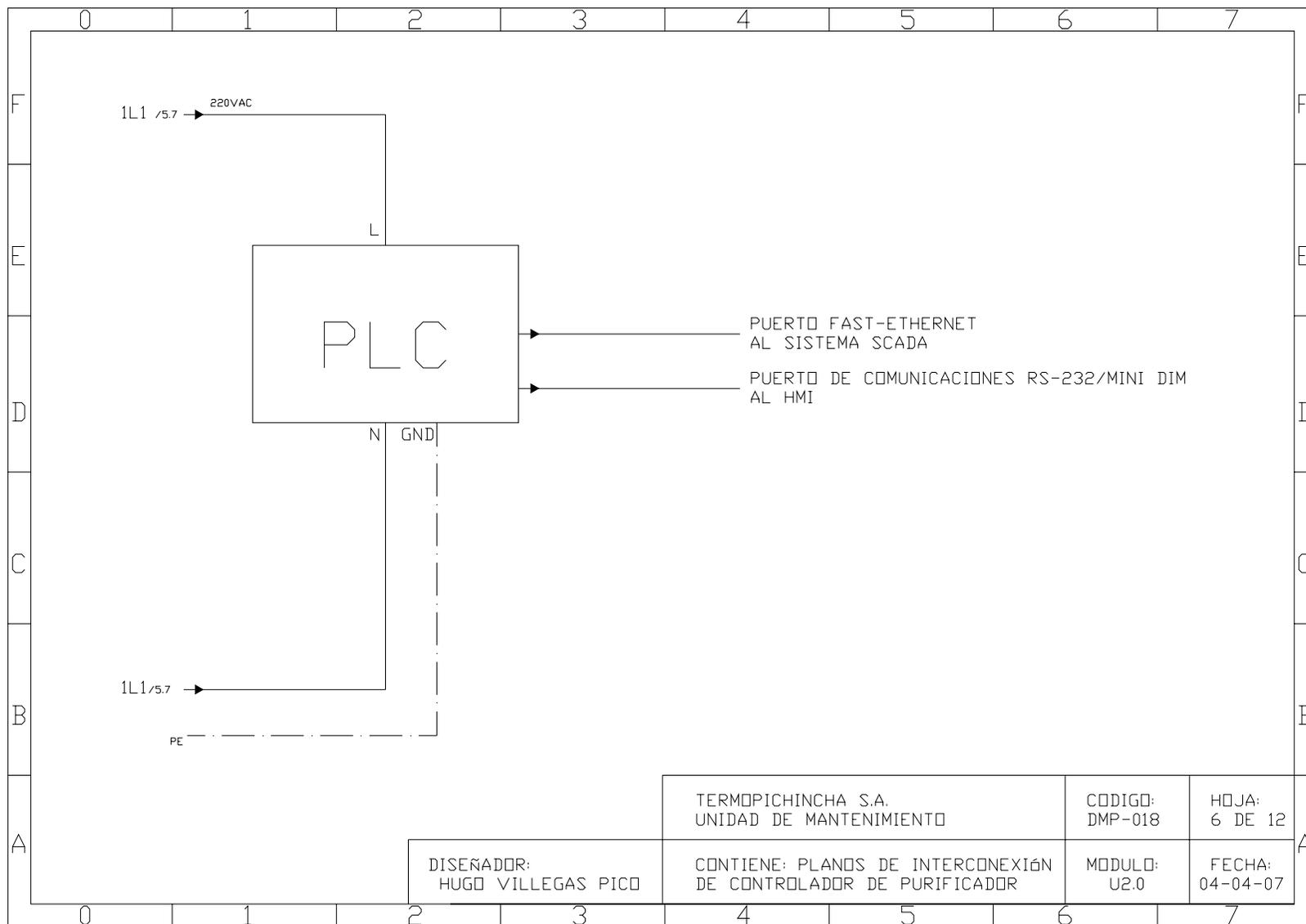


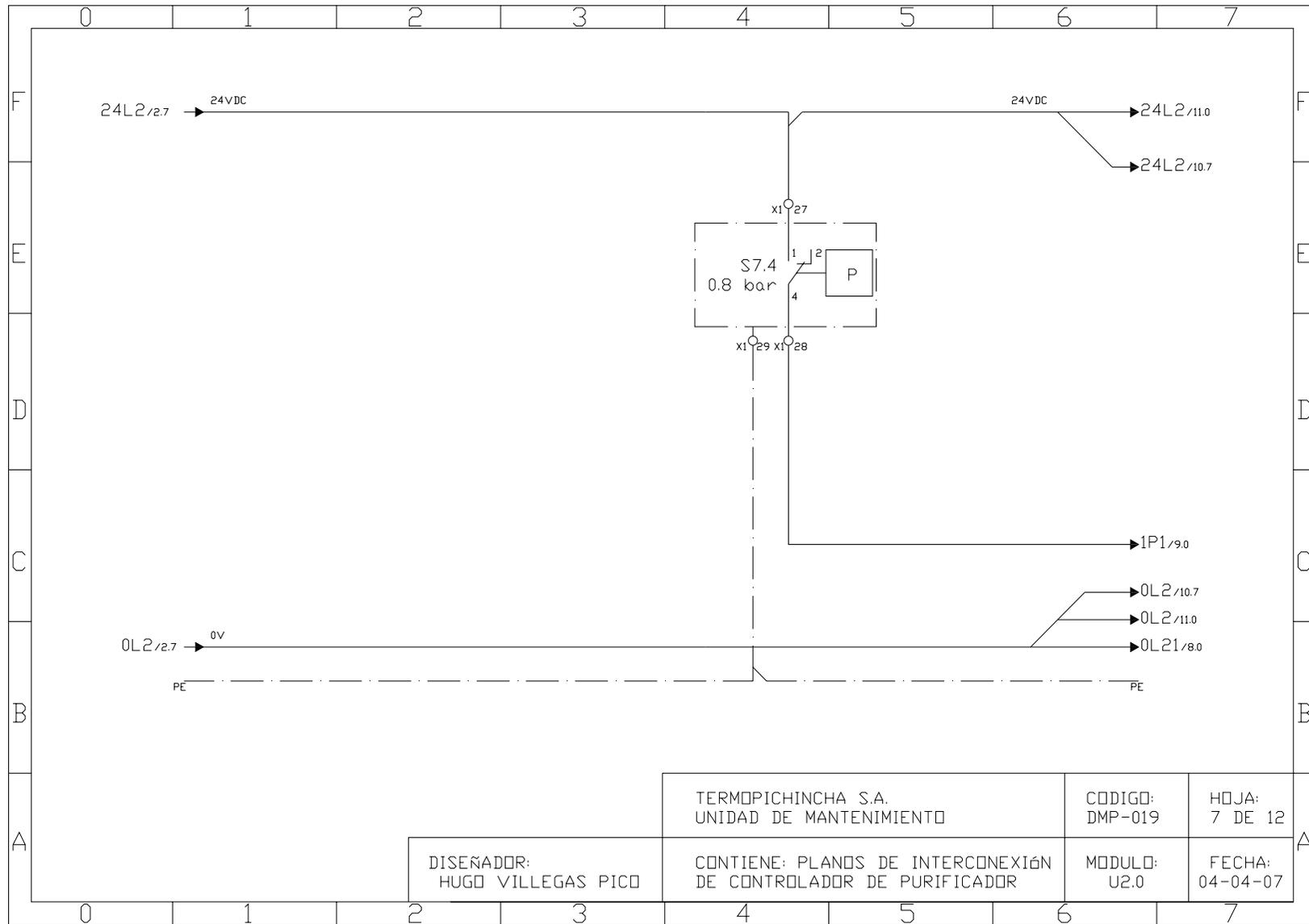


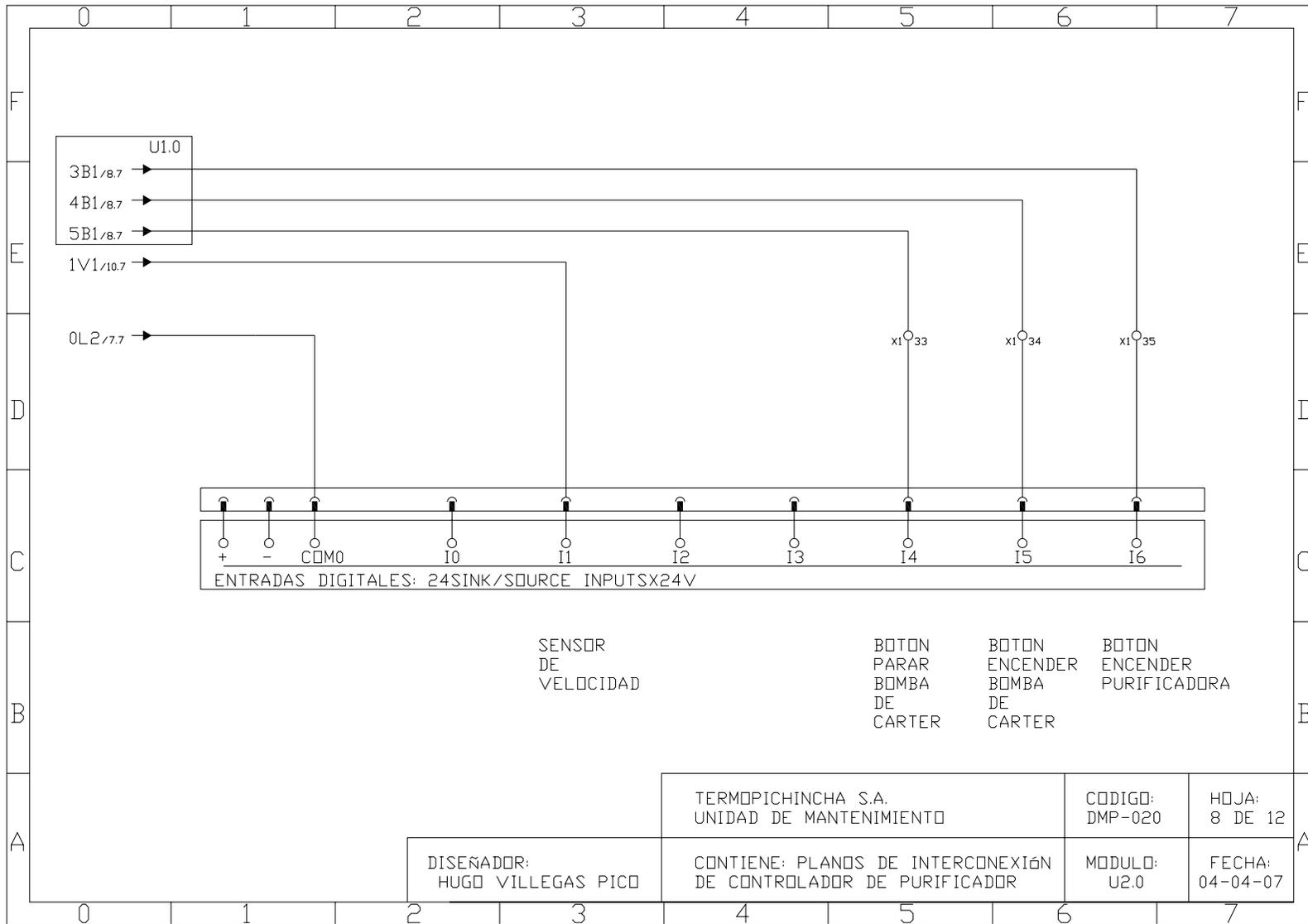


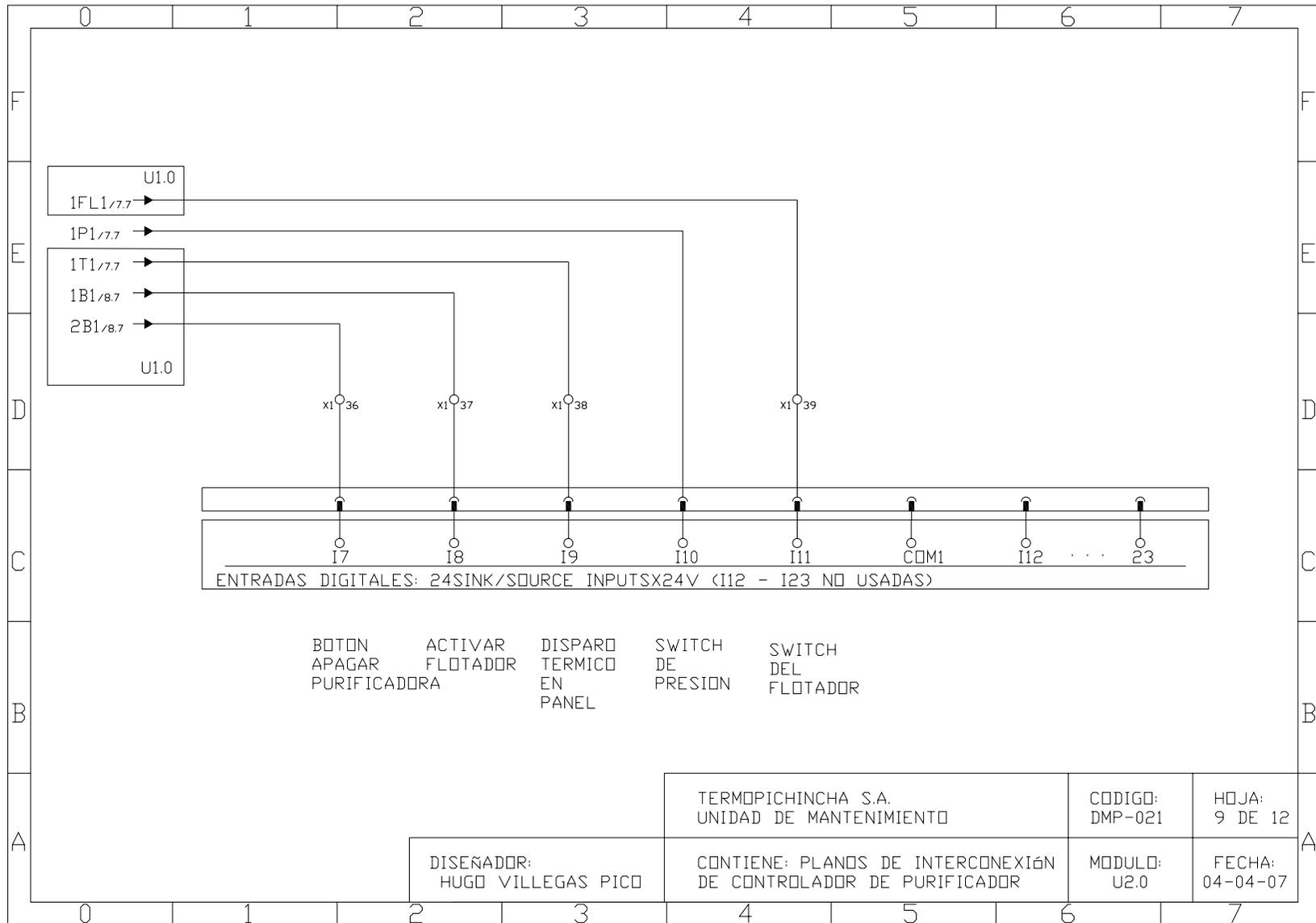


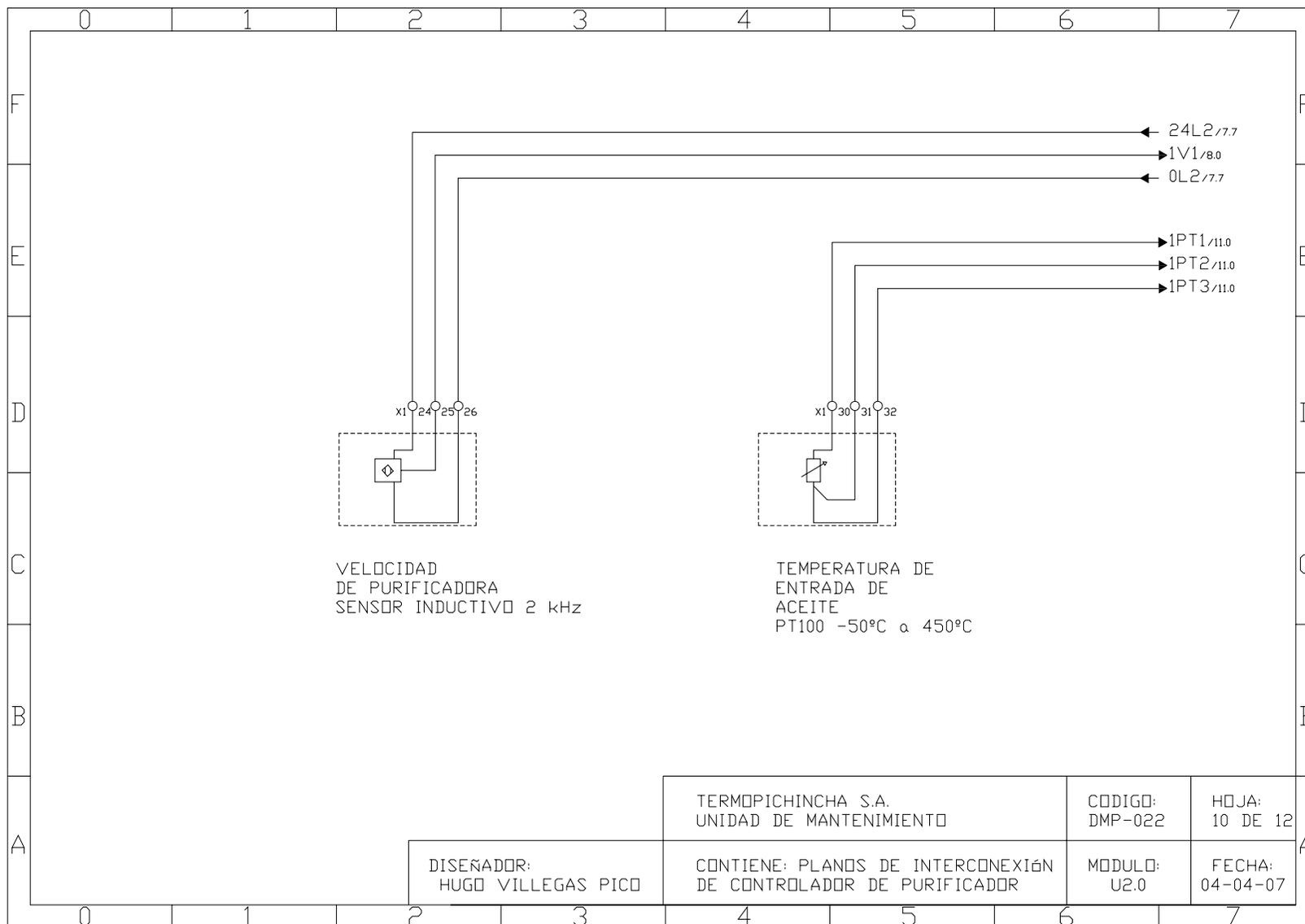


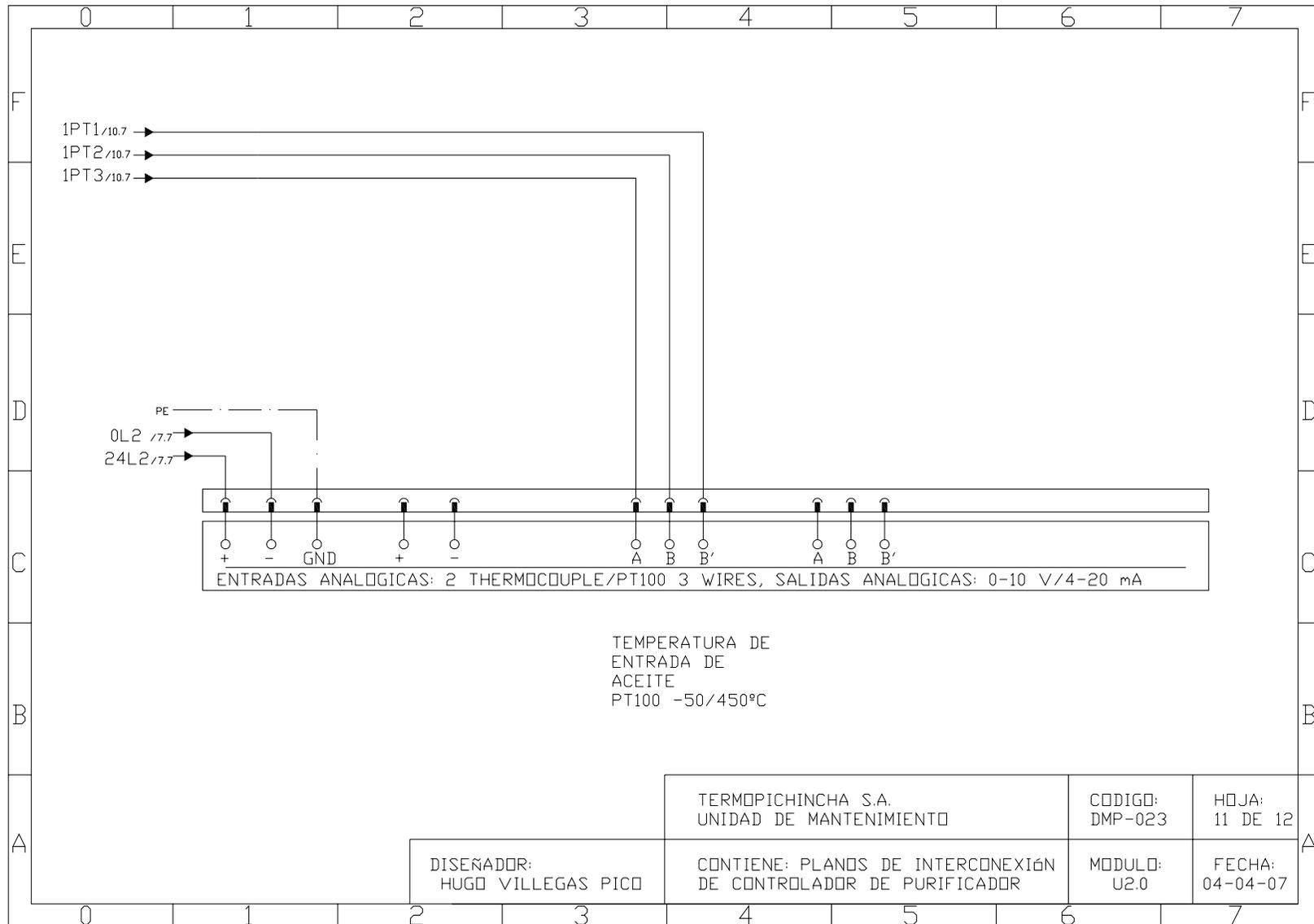


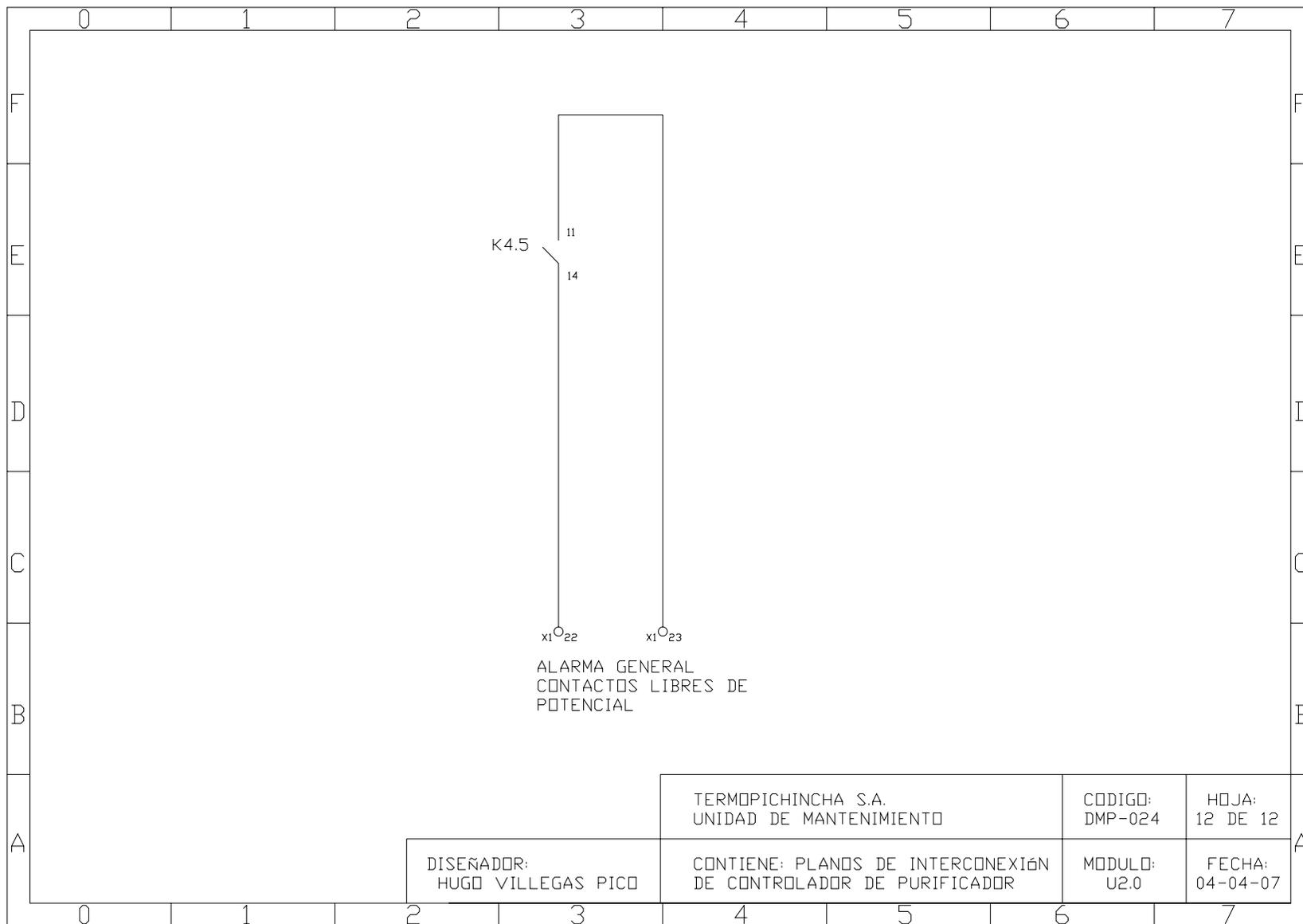


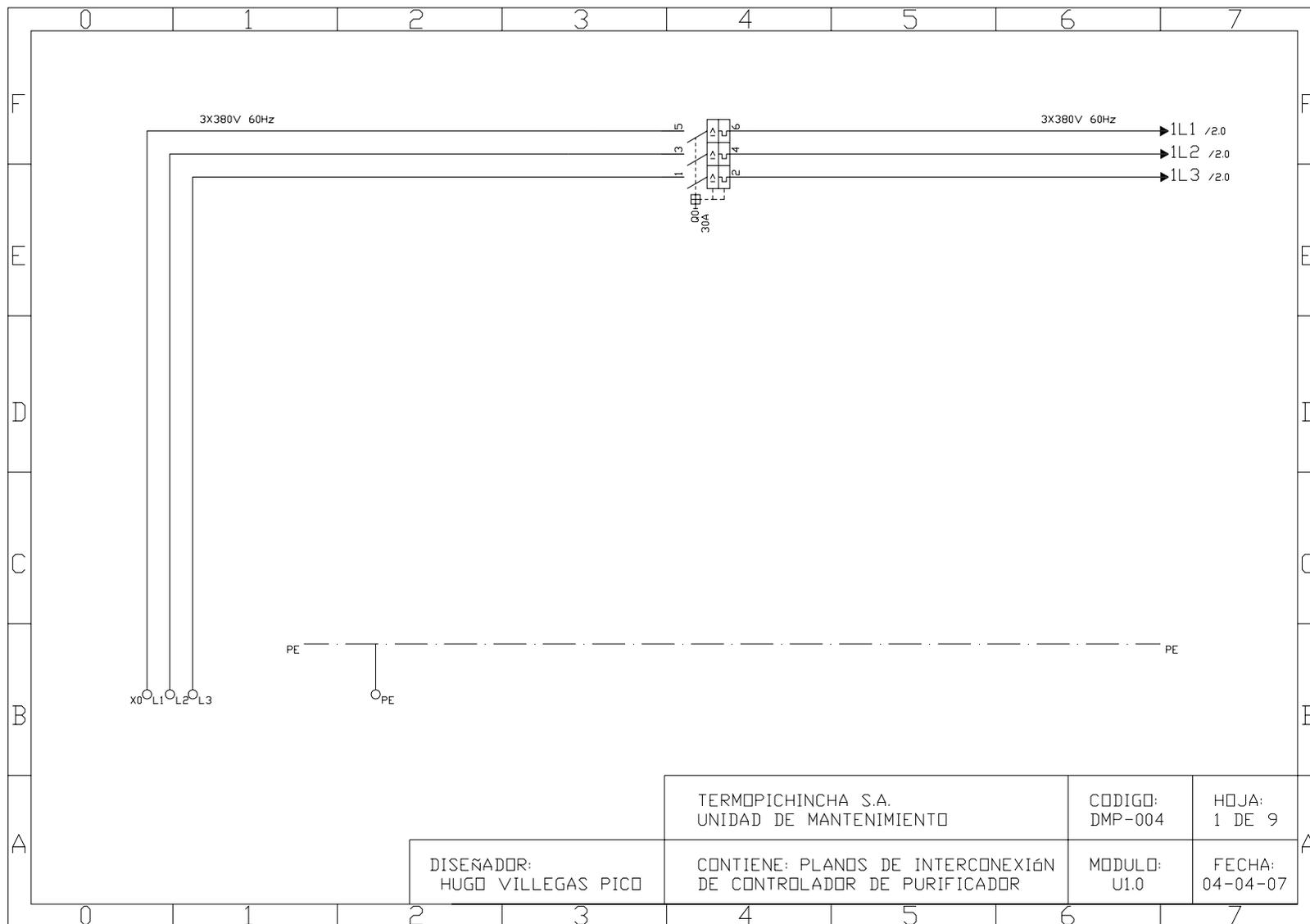


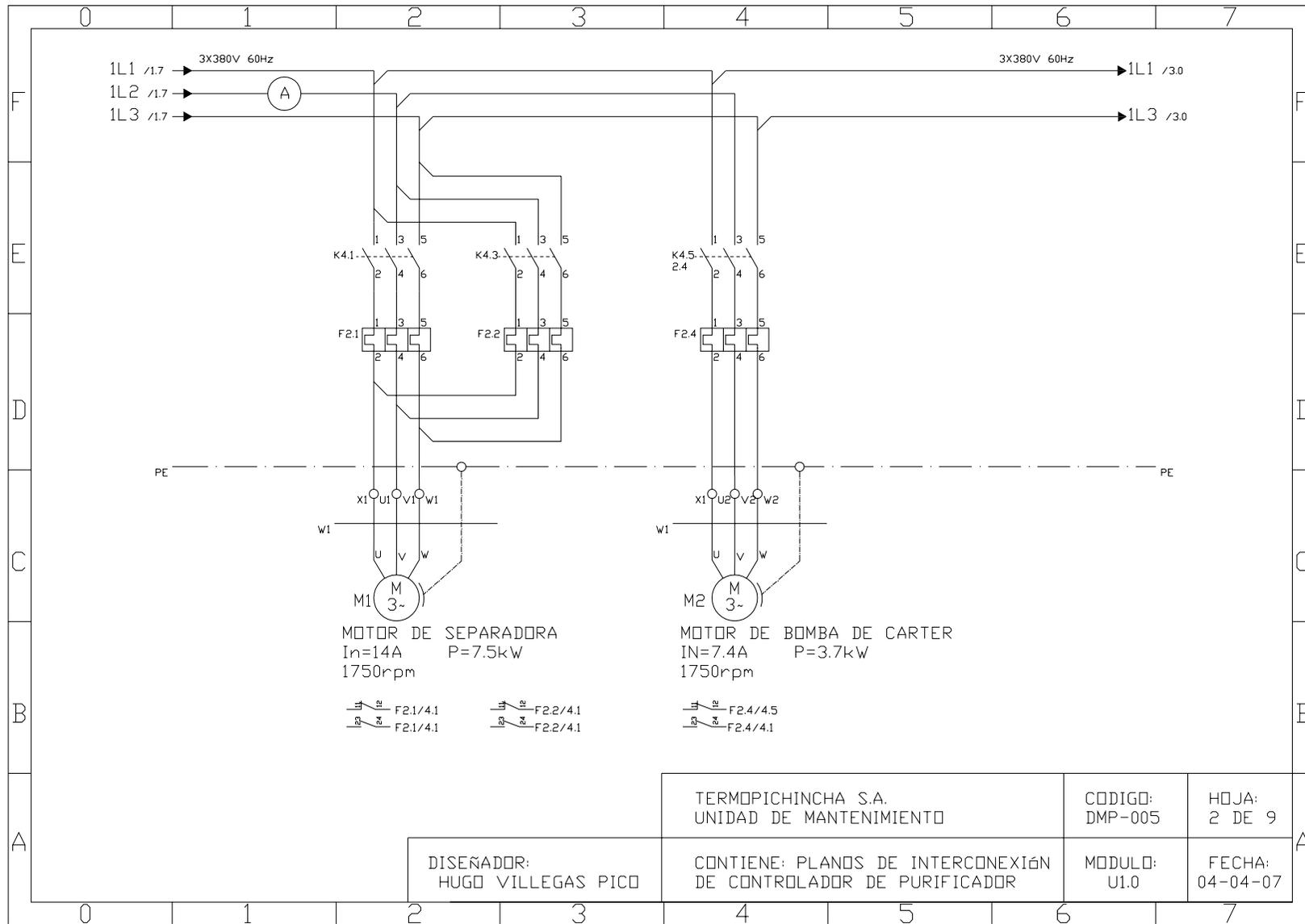


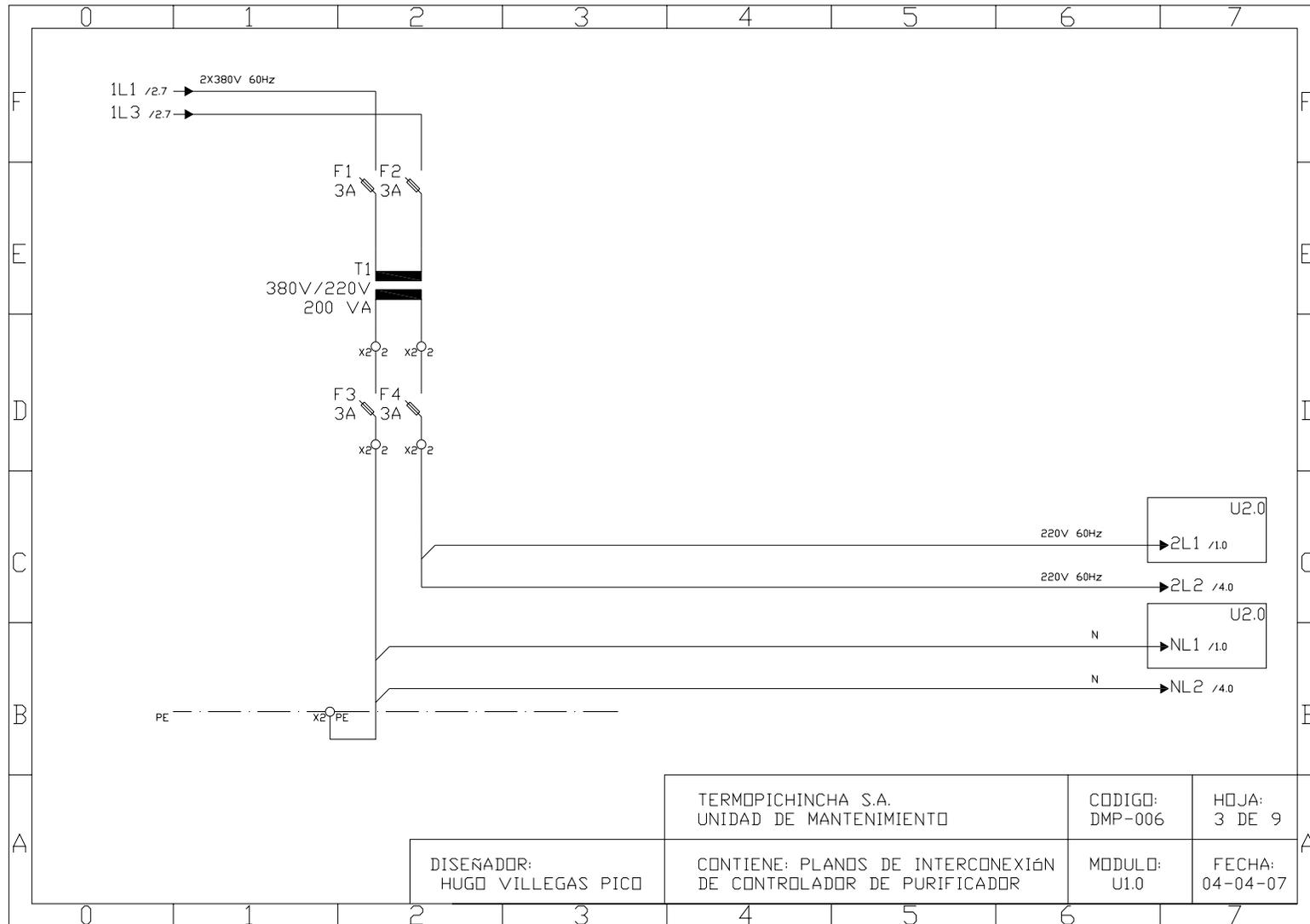


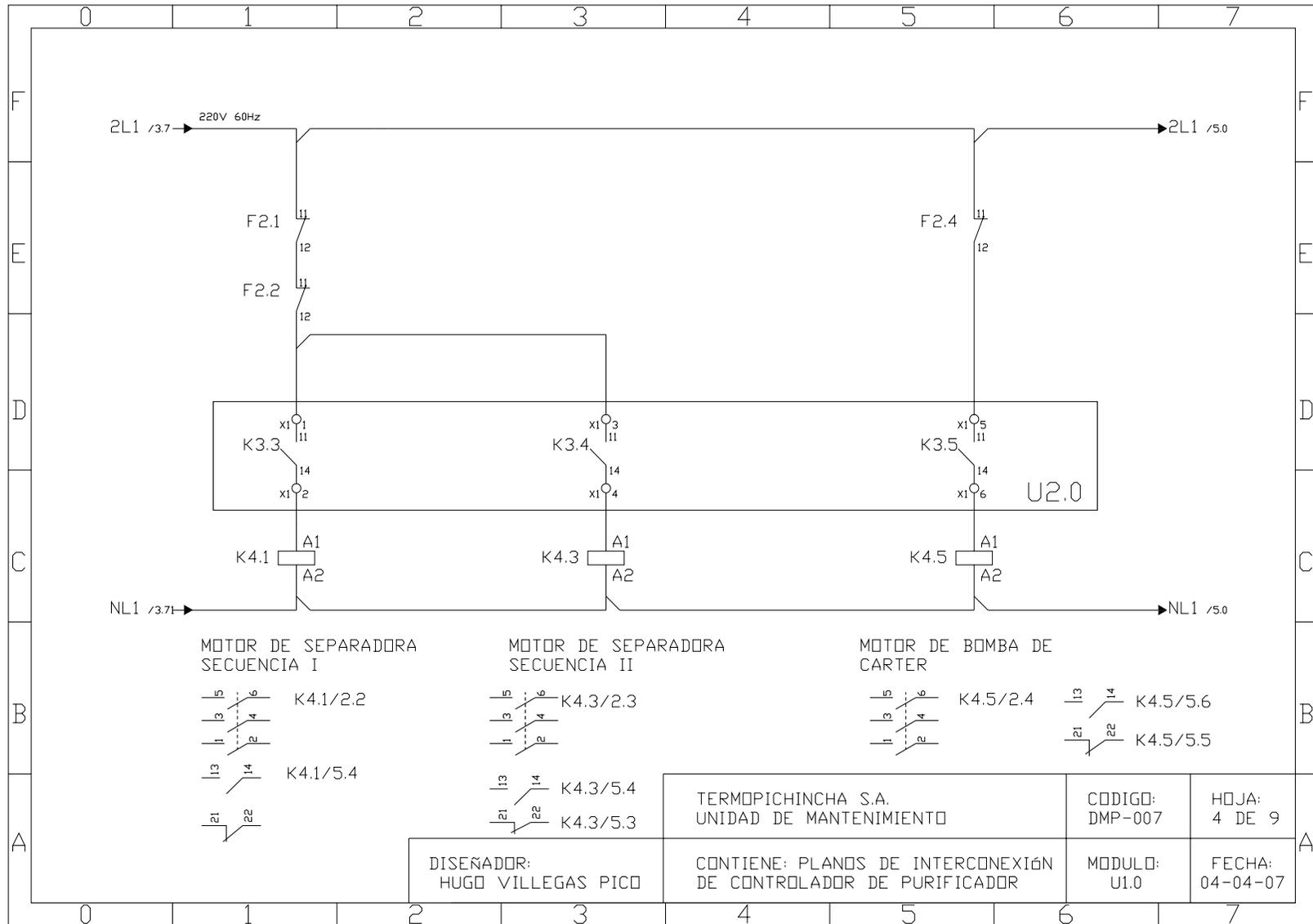


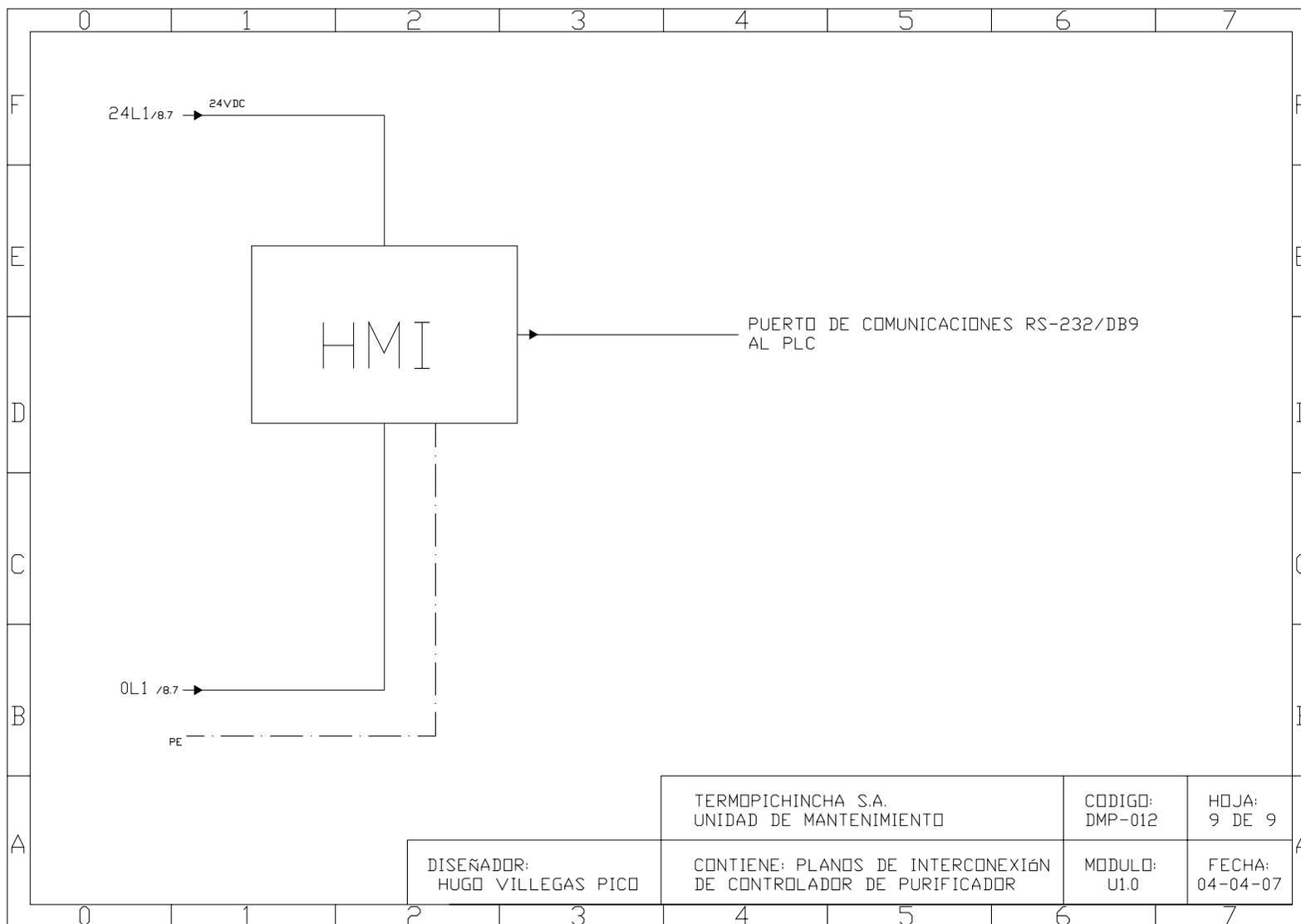












DISEÑADOR:
HUGO VILLEGAS PICO

TERMOPICHINCHA S.A.
UNIDAD DE MANTENIMIENTO

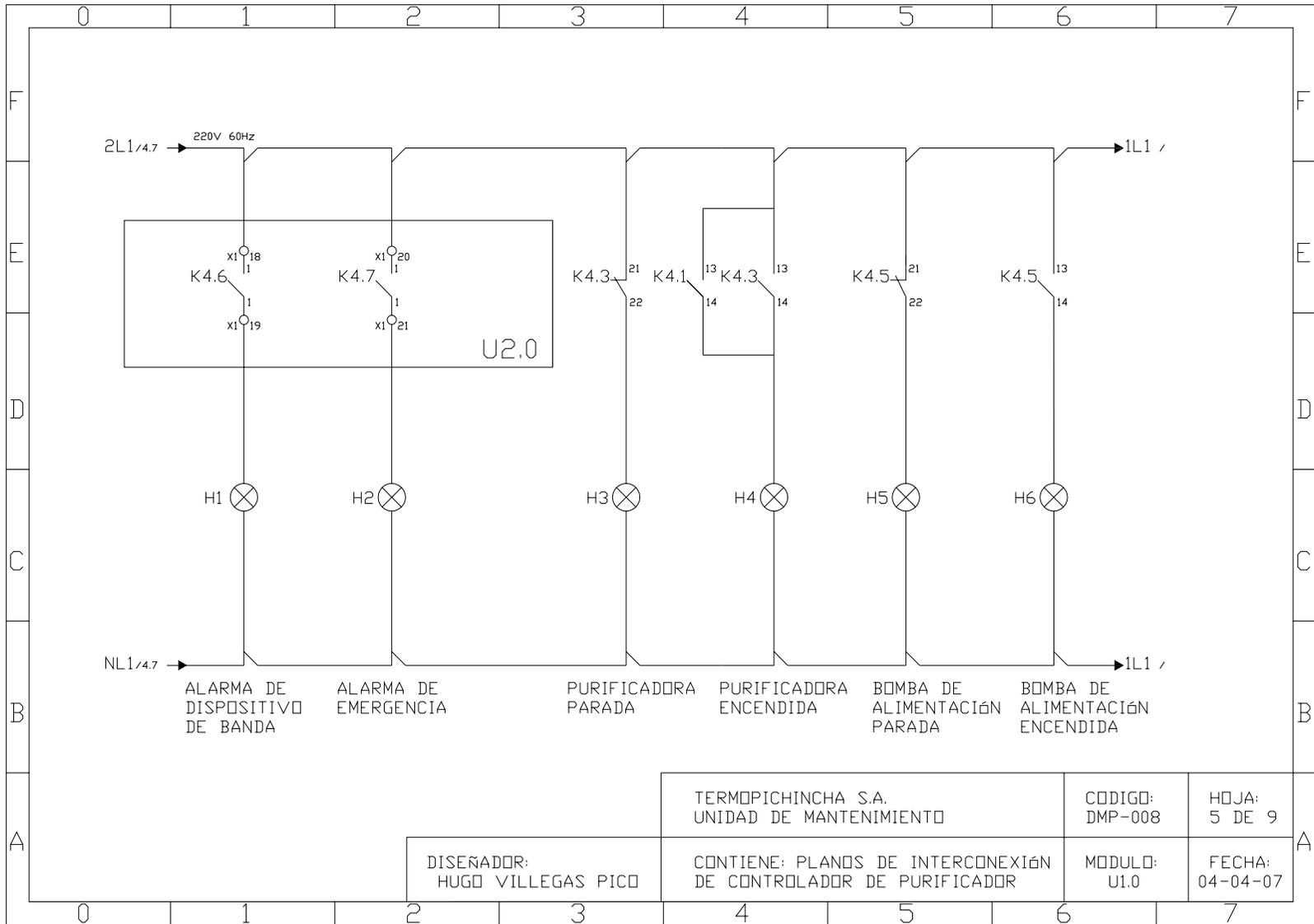
CONTIENE: PLANOS DE INTERCONEXIÓN
DE CONTROLADOR DE PURIFICADOR

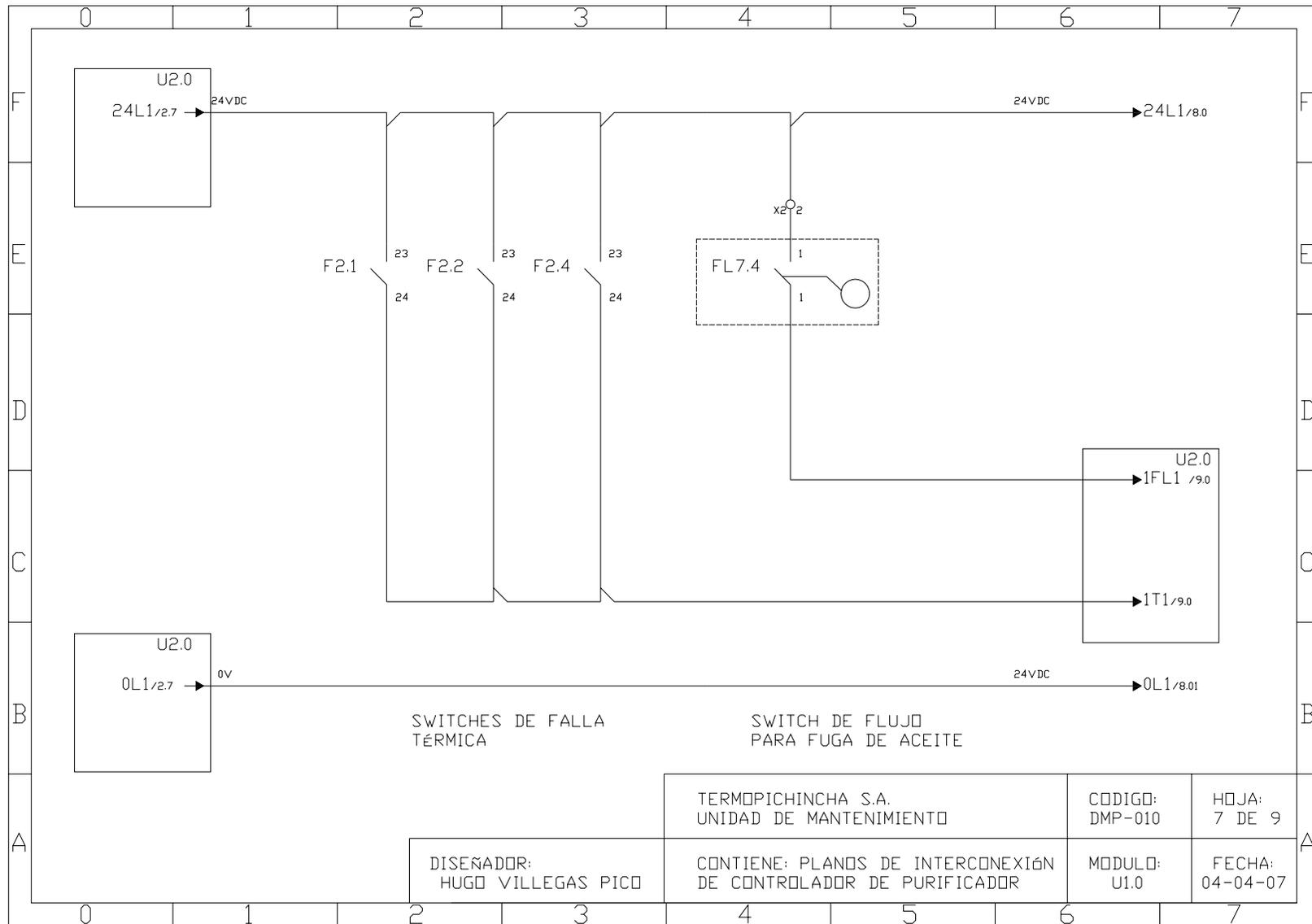
CODIGO:
DMP-012

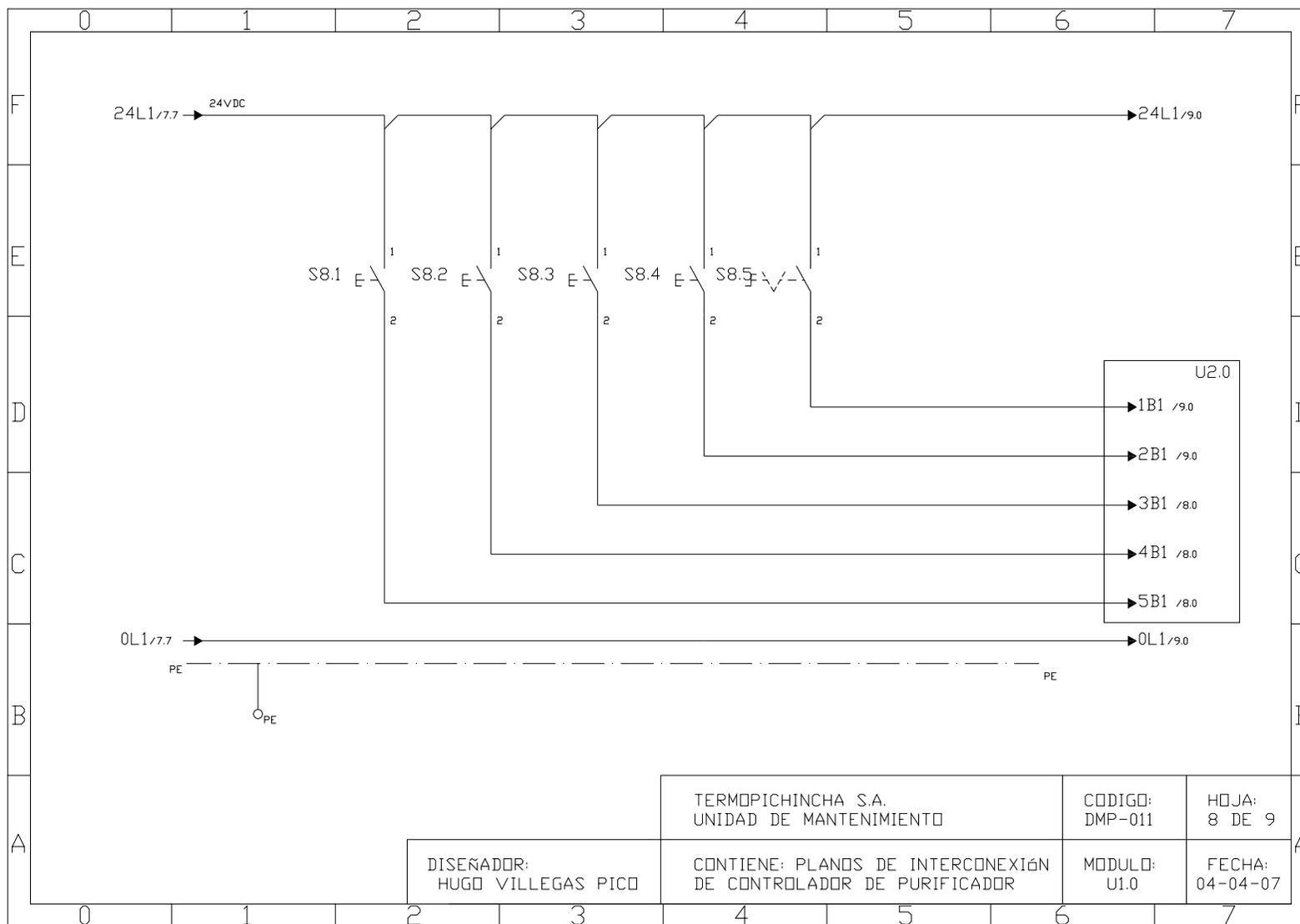
MODULO:
U1.0

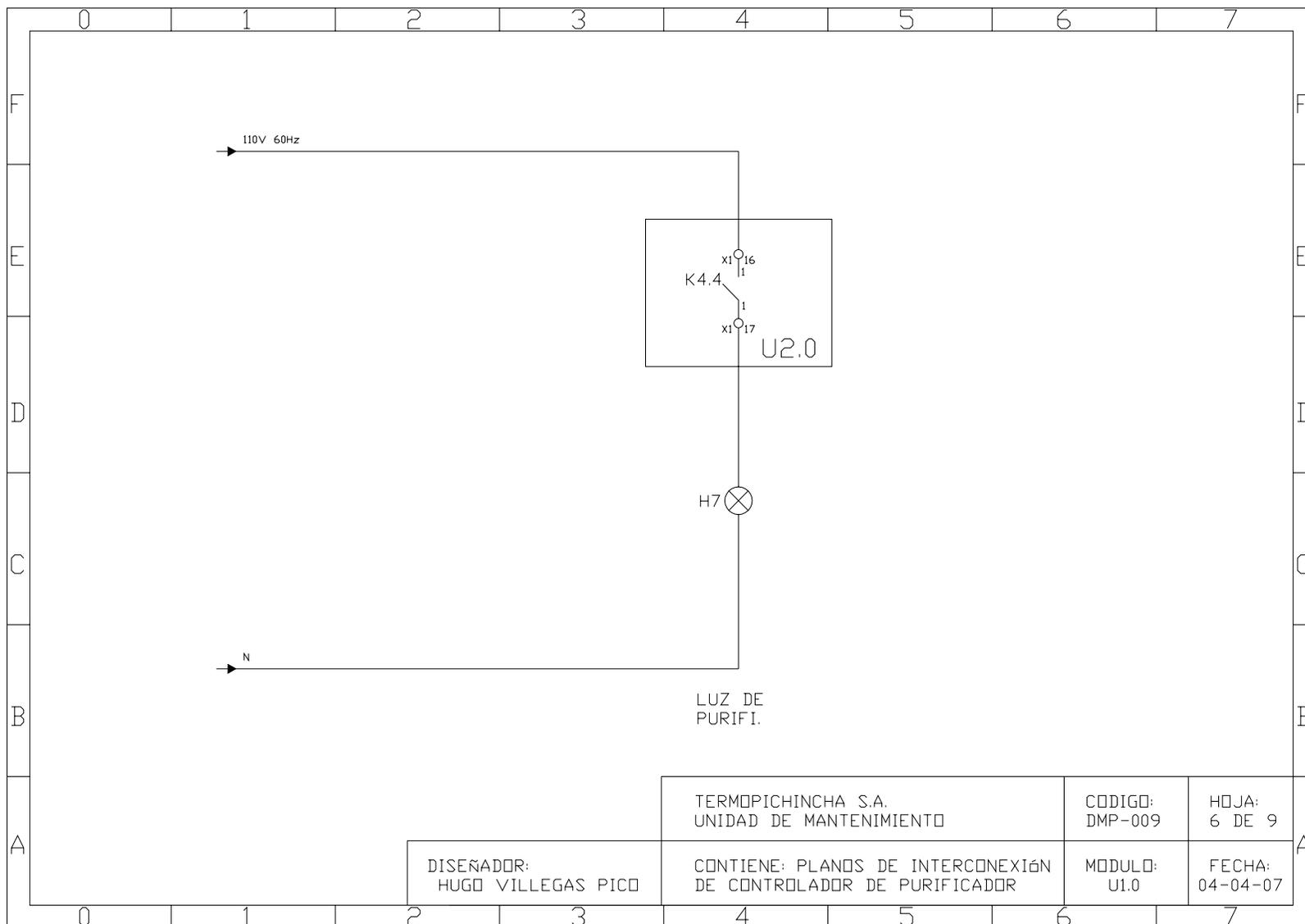
HOJA:
9 DE 9

FECHA:
04-04-07









ANEXO 3

SOFTWARE DEL CONTROLADOR

TwidoSoft SOFTWARE DEL CONTROLADOR



Program informatior

Print date	19/11/2007
Author	Hugo Villegas
Department	Mantenimiento
Target	TWDLCAE40DRF
Index	
Industrial property	ESPE - TERMOPICHINCHA

Comments

DOCUMENTACIÓN DEL PROGRAMA PARA EL CONTROLADOR

DOCUMENTO AUTOGENERADO POR TWIDOSOFT

History

Date	Author	Version	Comments
01-May-2007	Hugo Villegas	1.1.1	Funciona Adecuadamente

Contents

Cover Page.....	1
History.....	3
Contents.....	4
Hardware Configuration.....	5
Memory Objects Configuration.....	7
Memory Report Configuration.....	10
Application Configuration.....	11
Program.....	12
Symbols.....	24
Cross References.....	25
Total Page Number.....	31

Hardware Configuration

Base

TWDLCAE40DRF - Compact base unit with 24 In (24V DC) , 14x2A Relay Out , 2x1A Transistor Out. Embedded RTC, 100Base Tx Ethernet Port, User Replaceable Battery, Screw terminal blocks, non-removable.

Input	Configuration Used	Symbol	Filtering	Latch	R/S	Used By
%IO.1	Yes		No Filter	No	No	%VFC0
%IO.4	Yes		3 ms	No	No	User Logic
%IO.5	Yes		3 ms	No	No	User Logic
%IO.6	Yes		3 ms	No	No	User Logic
%IO.7	Yes		3 ms	No	No	User Logic
%IO.8	Yes		3 ms	No	No	User Logic
%IO.9	Yes		3 ms	No	No	User Logic
%IO.10	Yes		3 ms	No	No	User Logic
%IO.11	Yes		3 ms	No	No	User Logic

Output	Configuration Used	Symbol	Status	Used by
%Q0.2	Yes		No	User Logic
%Q0.3	Yes		No	User Logic
%Q0.4	Yes		No	User Logic
%Q0.5	Yes		No	User Logic
%Q0.6	Yes		No	User Logic
%Q0.7	Yes		No	User Logic
%Q0.8	Yes		No	User Logic
%Q0.11	Yes		No	User Logic

Expansion bus modules

1: TWDALM3LT - Expansion module with 2 Analog Inputs (RTD - Th) and 1 output (0 - 10V, 4 - 20mA), 12 bits, removable screw terminal. K, J, T thermocouple and 3-wires PT100. (50mA)

Channel	Symbol	Type	Range	Minimum	Maximum	Units
%IW1.0		PT 100	Celsius	-1000	5000	0.1 °C

Serial Port Configuratiior

```

+-----+
| Serial port 1
+-----+
| Protocol          : Remote Link
| Address           : 1
| Baudrate          :
| Data Bits         :
| Parity            :
| Stop Bit          :
| Response Timeout (x100ms) :
| Time between frames (ms) :
+-----+
    
```

Ethernet Configuration

Ethernet configuration

IP configuration	Configured
IP Address	192.168. 2. 2
Sub-mask	255.255.255. 0
Gateway address	192.168. 2. 3
Marked IP Address	Not in use
Time out	10 min(s)
Remote device	Slave 0

RTC configuration

TWDXPRTC : Time of Day Clock.

Memory Objects Configuration

Constant Configuration (%KD)

Constant Configuration (%KW)

Constant Configuration (%KF)

Memory Words (%MD)

Memory Words (%MW)

%MW	allocated	Used	Symbols
%Mw0	Yes	Yes	
%Mw1	Yes	Yes	
%Mw2	Yes	Yes	
%Mw3	Yes	Yes	
%Mw4	Yes	Yes	
%Mw5	Yes	Yes	
%Mw6	Yes	Yes	
%Mw7	Yes	Yes	
%Mw8	Yes	Yes	
%Mw9	Yes	Yes	
%Mw10	Yes	Yes	
%Mw11	Yes	Yes	

Memory Words (%MF)

Memory bits (%M)

% M	allocated	Used	Symbols
%M0	Yes	Yes	
%M1	Yes	Yes	
%M2	Yes	Yes	
%M3	Yes	Yes	
%M4	Yes	Yes	
%M5	Yes	Yes	
%M6	Yes	Yes	
%M7	Yes	Yes	
%M8	Yes	Yes	
%M9	Yes	Yes	
%M10	Yes	Yes	
%M11	Yes	Yes	
%M12	Yes	Yes	
%M13	Yes	Yes	
%M14	Yes	Yes	
%M15	Yes	Yes	
%M16	Yes	Yes	
%M17	Yes	Yes	
%M18	Yes	Yes	
%M19	Yes	Yes	
%M20	Yes	Yes	
%M21	Yes	Yes	
%M22	Yes	Yes	
%M23	Yes	Yes	
%M24	Yes	Yes	
%M25	Yes	Yes	
%M26	Yes	Yes	

% M	allocated	Used	symbols
%M27	Yes	Yes	
%M28	Yes	Yes	
%M29	Yes	Yes	
%M30	Yes	Yes	
%M31	Yes	Yes	
%M32	Yes	Yes	
%M33	Yes	Yes	
%M34	Yes	Yes	
%M35	Yes	Yes	
%M36	Yes	Yes	
%M99	Yes	Yes	
%M100	Yes	Yes	

PID configuration (PID)

Timer Configuration (%TM)

%TM	Used	Type	Adj	TB	Preset	Symbol
%TM1	Yes	TON	Yes	1 s	10	
%TM2	Yes	TON	Yes	1 s	45	
%TM3	Yes	TP	Yes	100 ms	35	
%TM4	Yes	TP	Yes	1 s	3	
%TM5	Yes	TP	Yes	1 s	190	
%TM6	Yes	TP	Yes	1 s	10	
%TM7	Yes	TON	Yes	1 min	120	
%TM8	Yes	TON	Yes	1 min	40	
%TM9	Yes	TON	Yes	1 s	1	
%TM10	Yes	TP	Yes	100 ms	1	
%TM11	Yes	TP	Yes	1 s	2	
%TM12	Yes	TP	Yes	1 s	20	
%TM13	Yes	TP	Yes	1 s	2	
%TM14	Yes	TP	Yes	100 ms	80	
%TM15	Yes	TP	Yes	1 s	20	
%TM16	Yes	TON	Yes	100 ms	5	
%TM17	Yes	TON	Yes	100 ms	5	

Fast Counter Configuration (%FC)

Fast Counter Configuration (%VFC)

```

-----
| %VFC0 : Frequency Meter
| Symbol :
+-----Dedicated Inputs-----+
| Pulse Input | %I0.1
+-----+
| Adjustable | No
| Time window | 1 s
+-----+

```

Counter Configuration (%C)

PLS/PWM Configuration (%PLS/%PWM)

Scheduler-Block

Drum Controller Configuration (%DR)

Register Configuration (%R)

Configuration of external objects Comm

Configuration of external objects Drive

Configuration of external objects Tesys

Configuration of external objects advantys OTB

Memory Report

Memory usage statistics

```

User Data :
Memory bits      : 101 Bits (0.2%)
Memory Words    : 12 Words (0.4%)
  Backed Up     : ??? Words
    RAM = EEPROM : ???
Constants       : 0 Words (0.0%)
Configuration   : 567 Words (16.5%)
Data Mem. Avail. : 2759 Words (79.9%)

User Program :
Executable code : 932 Words (5.7%)
Program Data    : 4 Words (0.1%)
Online Changes  : 0 Words (0.0%)
Code Mem. Avail. : 15453 Words (94.3%)

Other :
Executive Data  : 100 Words (2.9%)

```

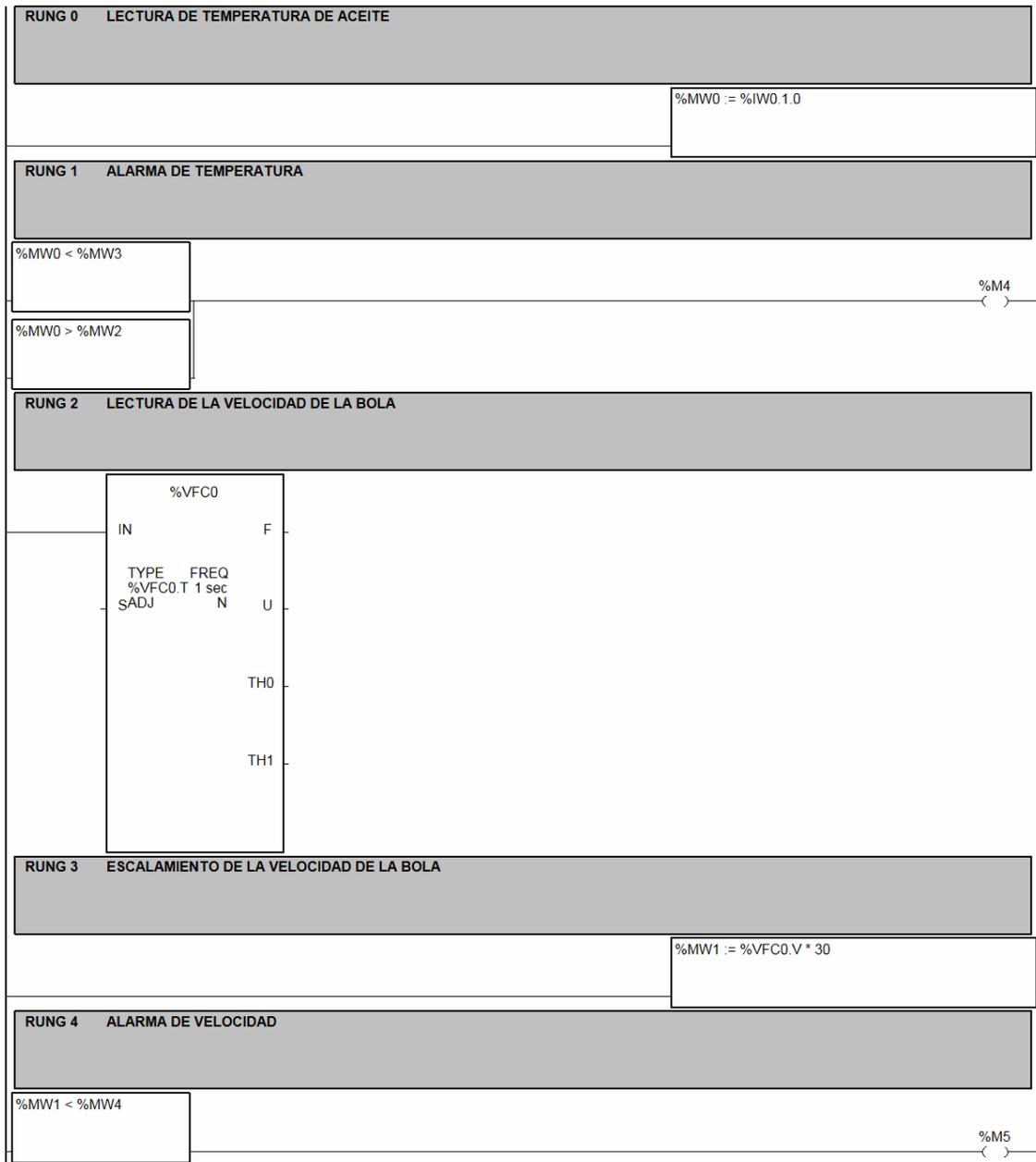
Allocation used for each object

	Type	Maximum	Allocated	Configured
Constants	%KW	256	0	Auto
Counters	%C	128	0	Auto
Drums	%DR	8	0	Auto
Fast counters	%FC	4	0	Auto
LIFO/FIFO Registers	%R	4	0	Auto
Memory Words	%MW	3000	12	Auto
PLS/PWM	%PLS/%PWM	2	0	Auto
Shift Bit Registers	%SBR	8	0	Auto
Schedule Blocks		16	0	Auto
Step Counters	%SC	8	0	Auto
Timers	%TM	128	18	Auto
Very Fast Counters	%VFC	2	1	Auto

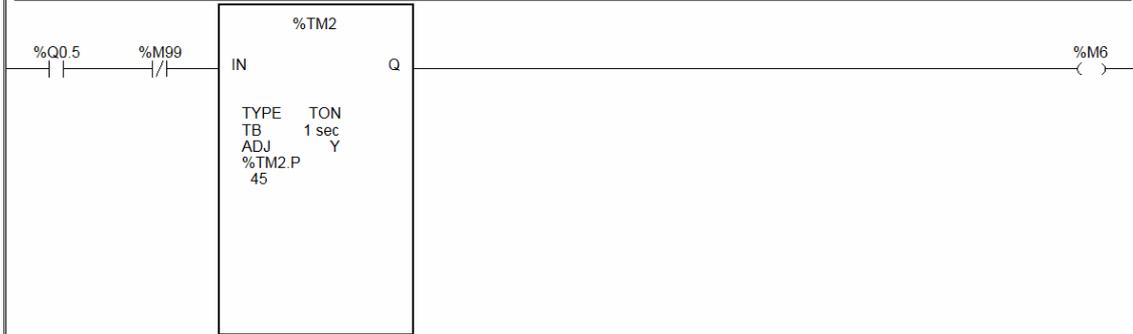
Application Configuration

Normal scan mode	
Watchdog	250
No autostart	
RUN/STOP input configured	None
"Controller status" Output	None
0 Task Events	

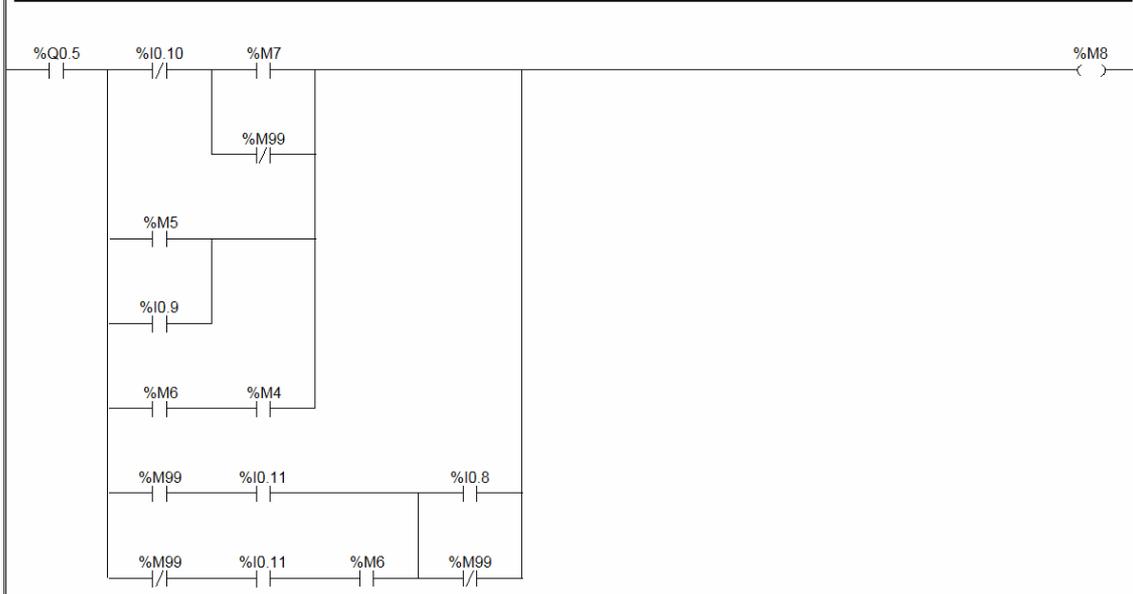
Ladder Diagram

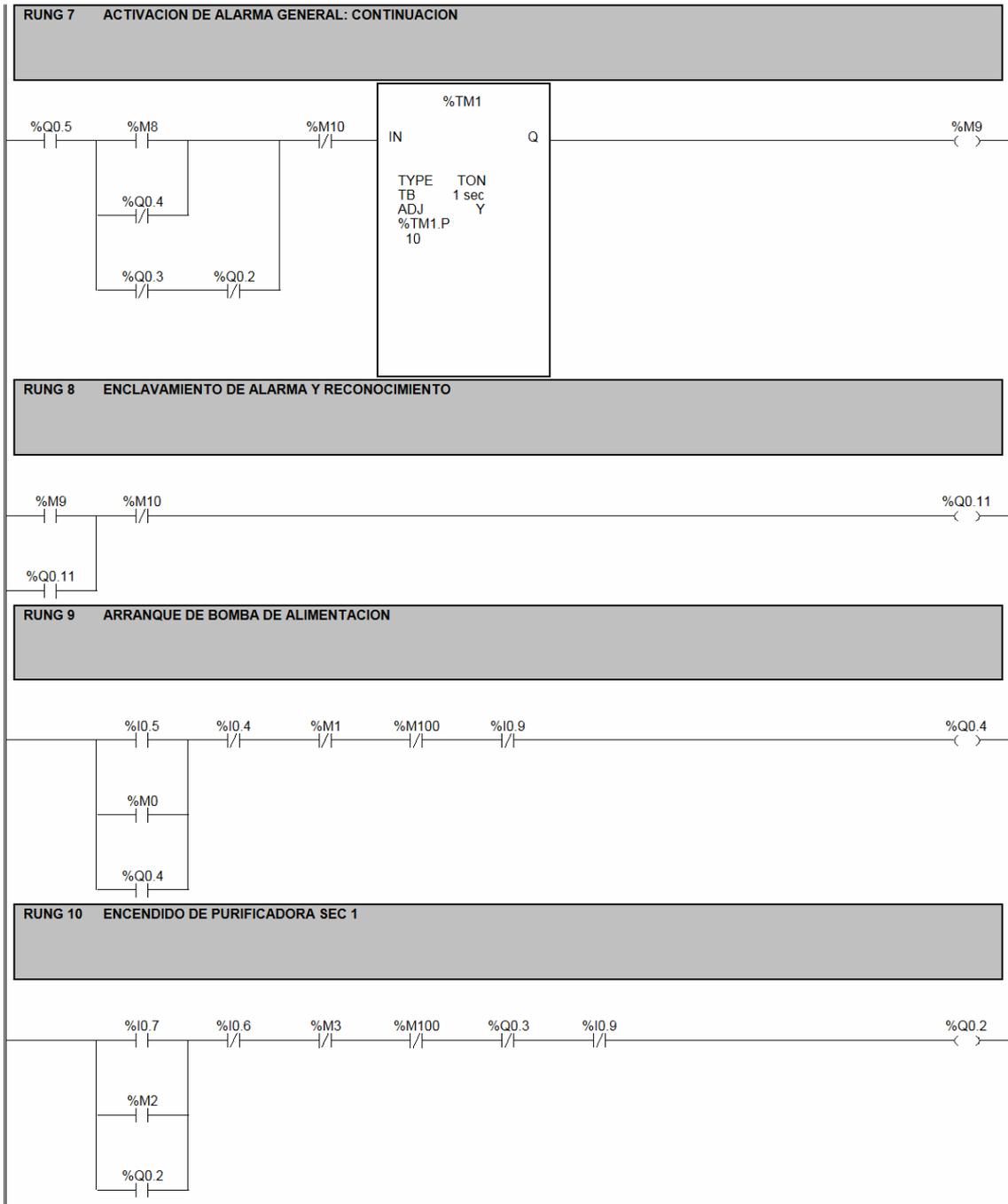


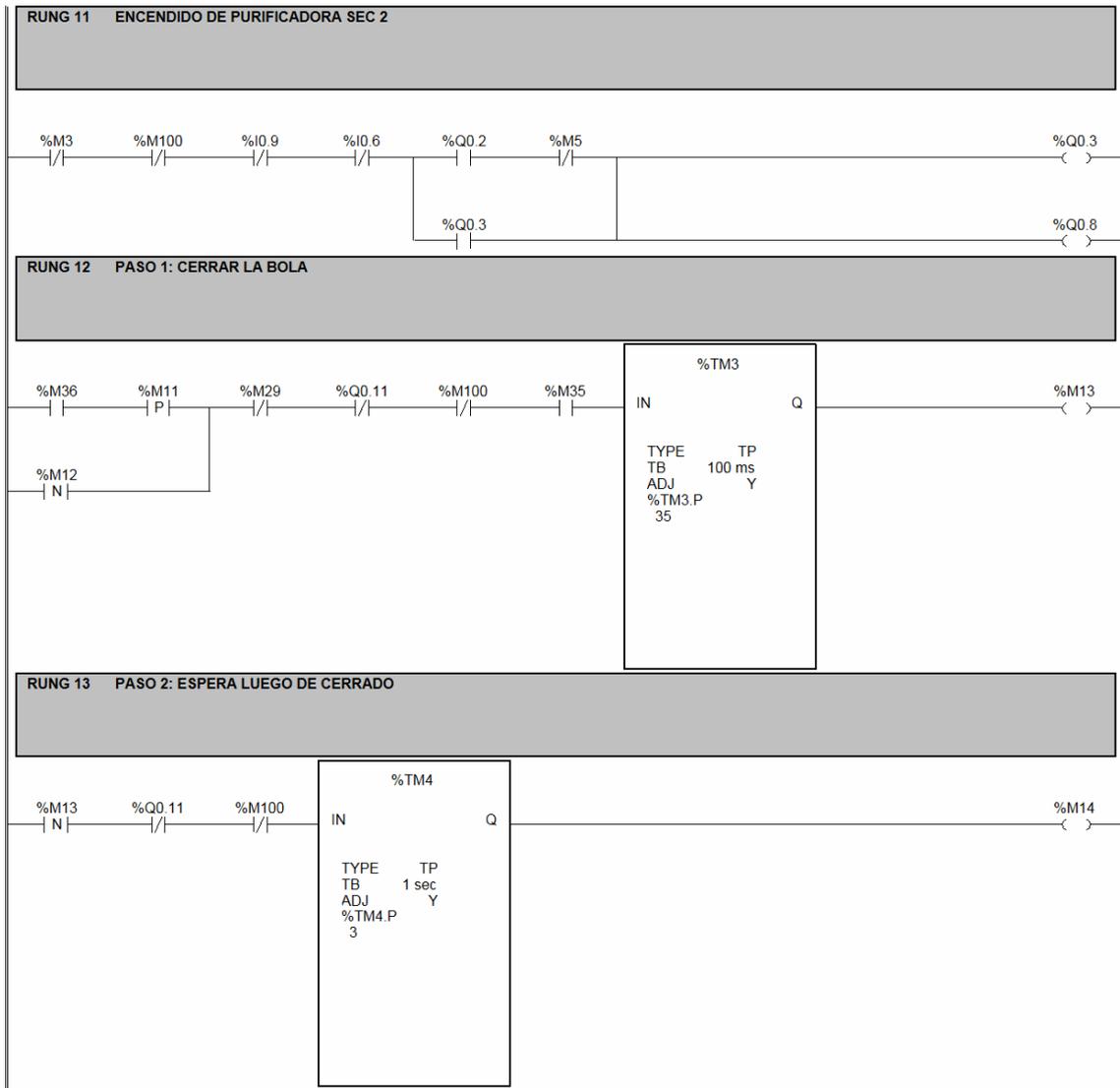
RUNG 5 RETARDO DE ACTIVACIÓN DE ALARMAS DE TEMP. Y FLOTADOR

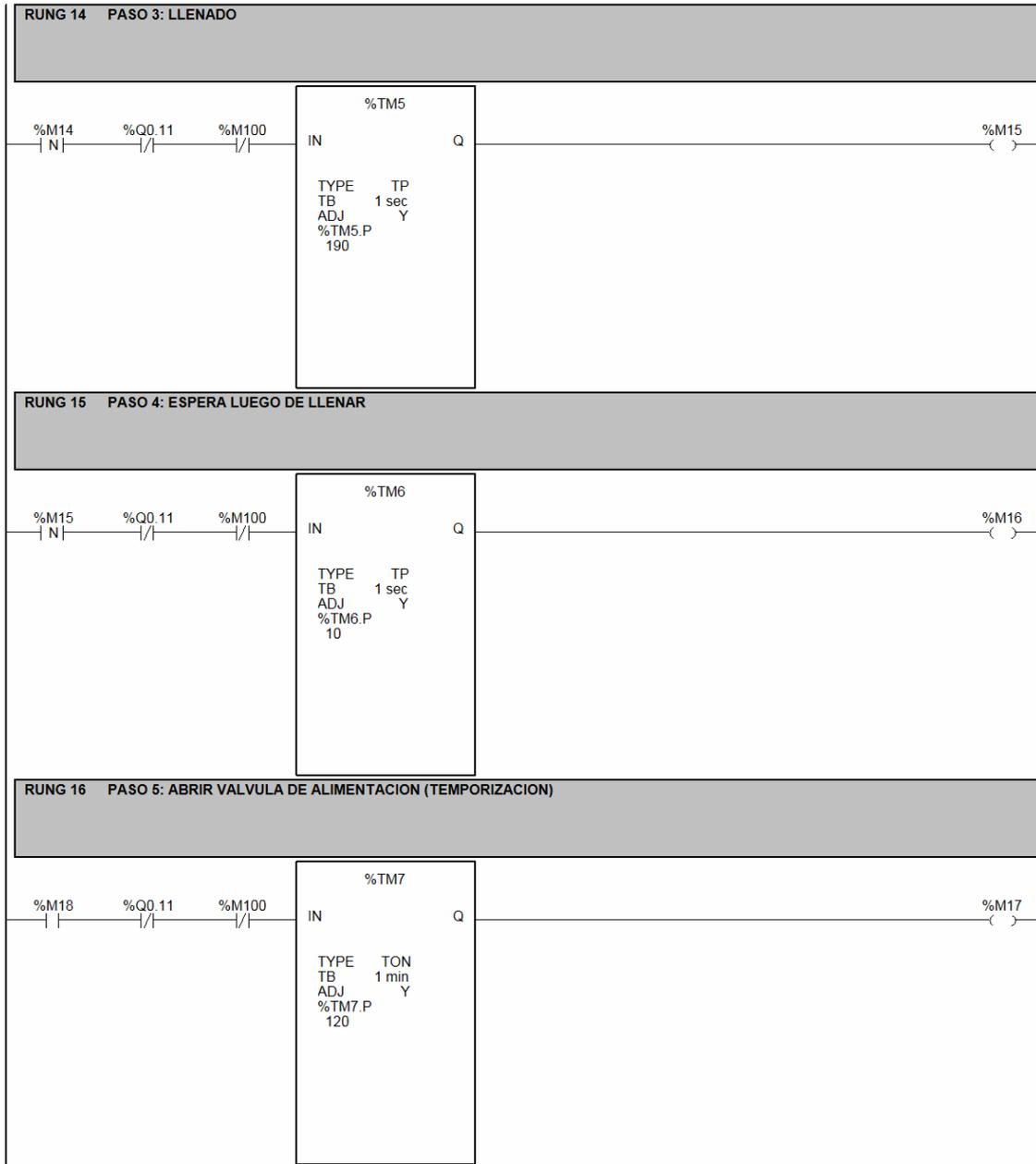


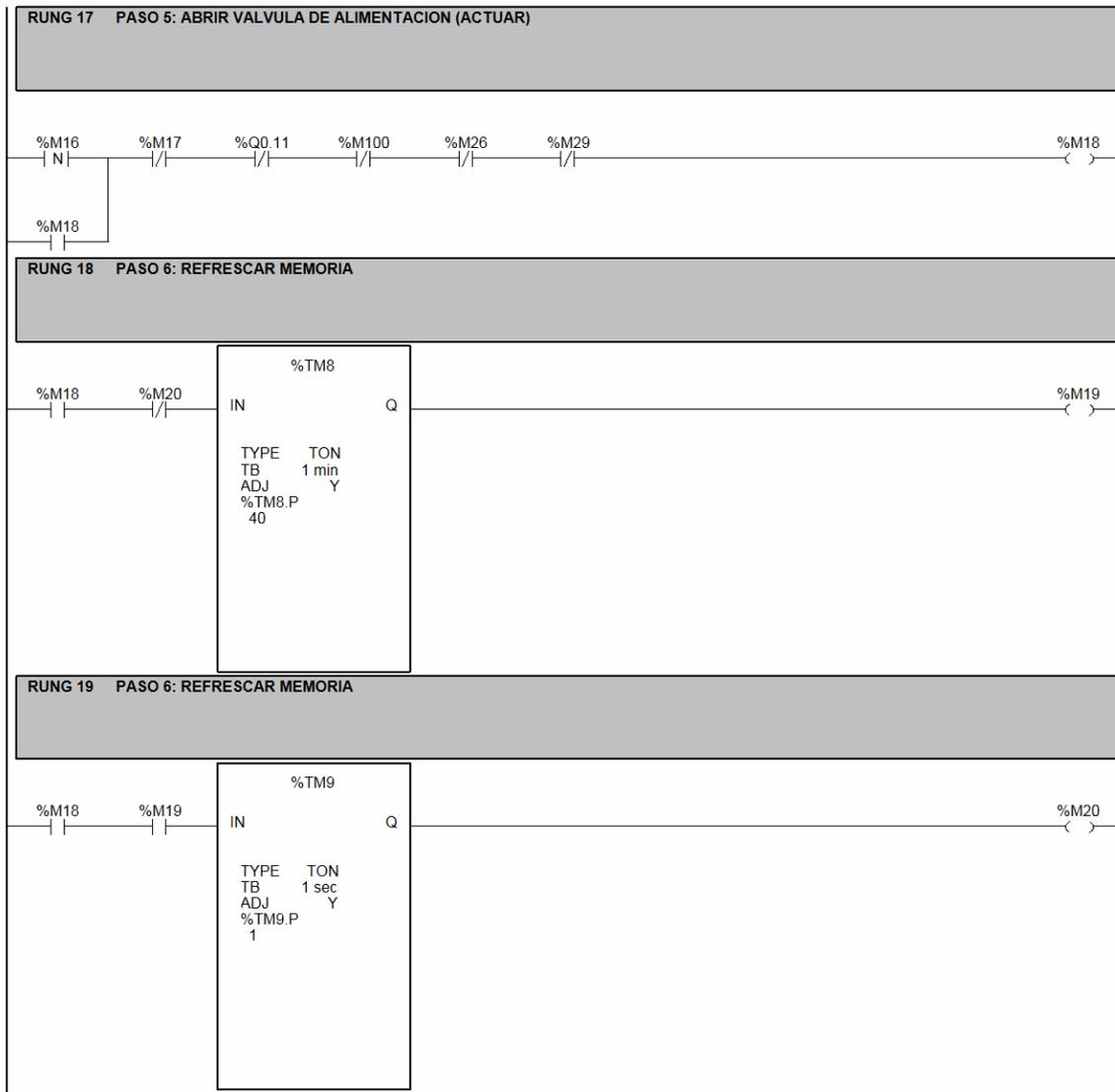
RUNG 6 ACTIVACIÓN DE ALARMA GENERAL



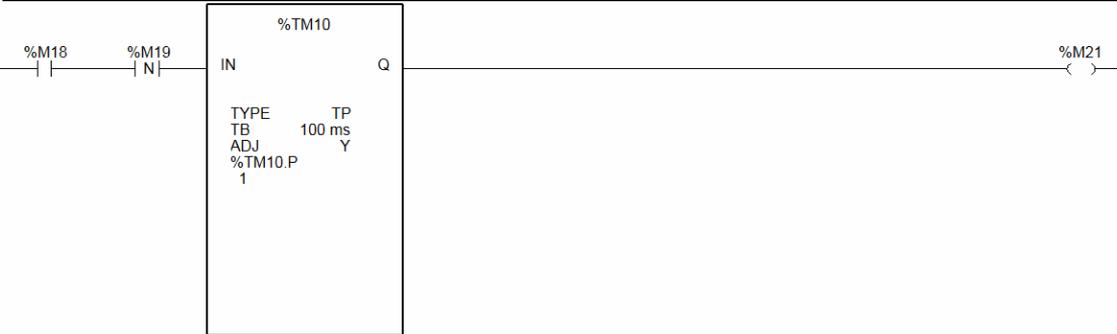








RUNG 20 PASO 6: REFRESCAR MEMORIA

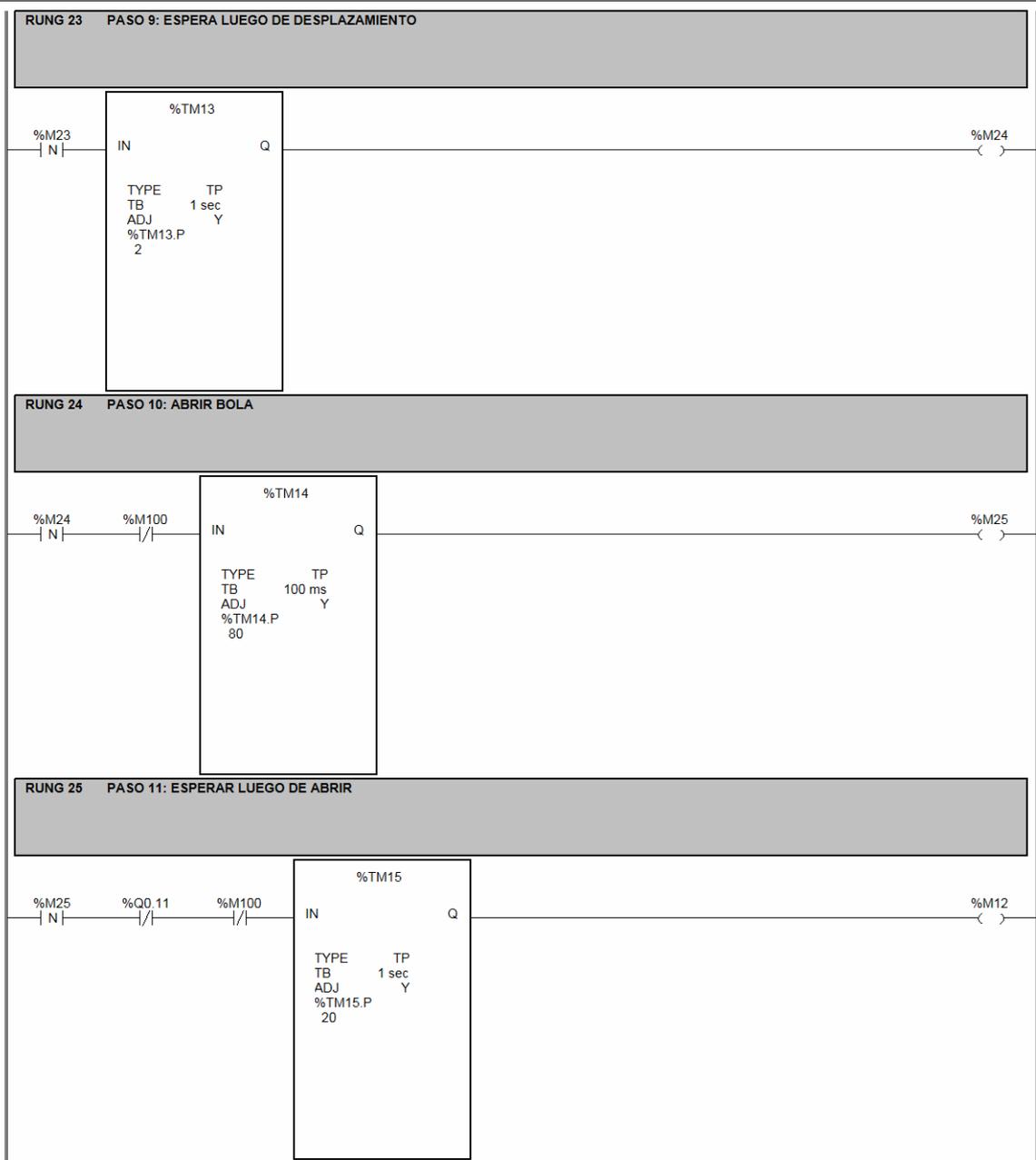


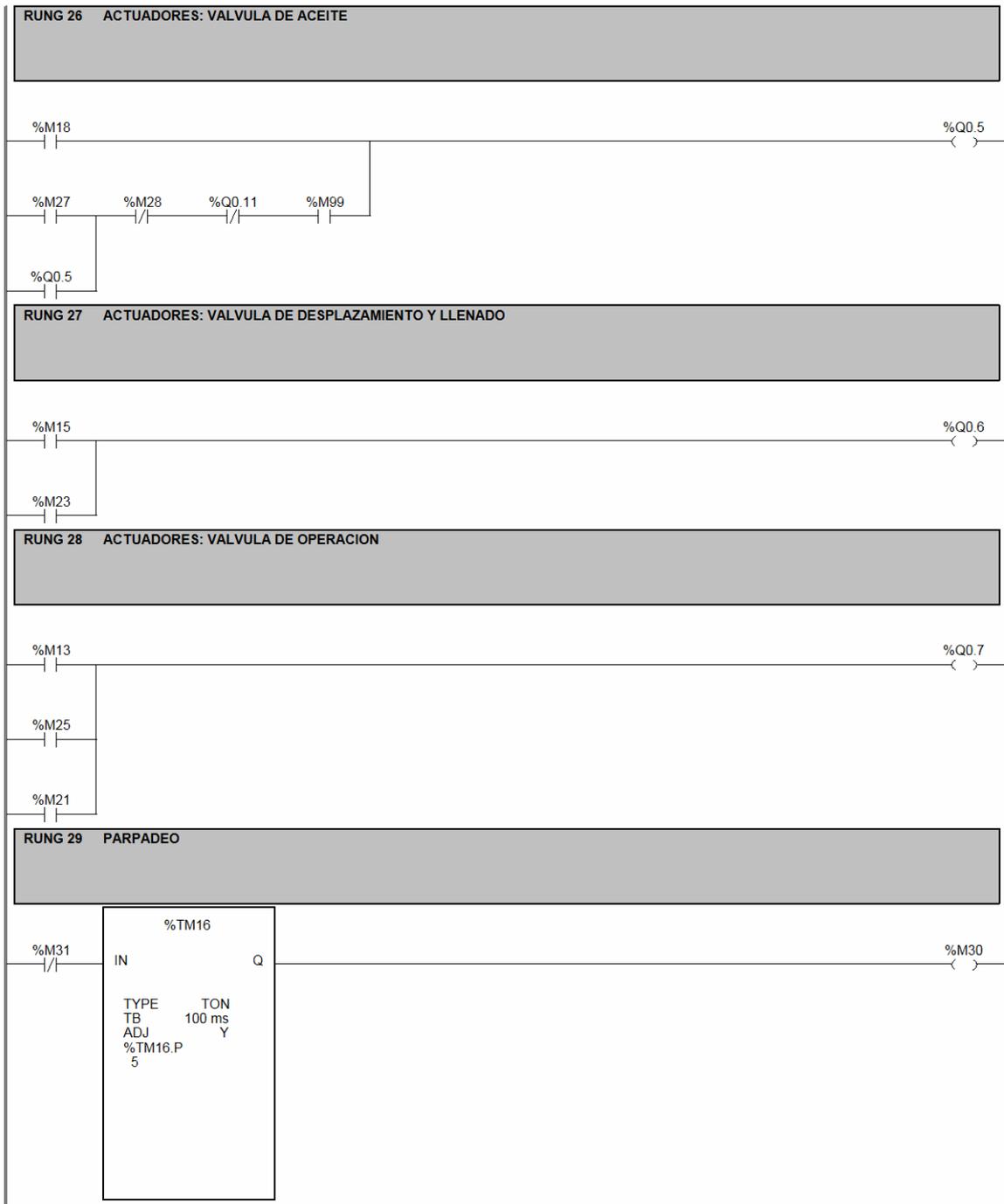
RUNG 21 PASO 7: ESPERAR LUEGO DE CERRAR VALVULA DE ACEITE

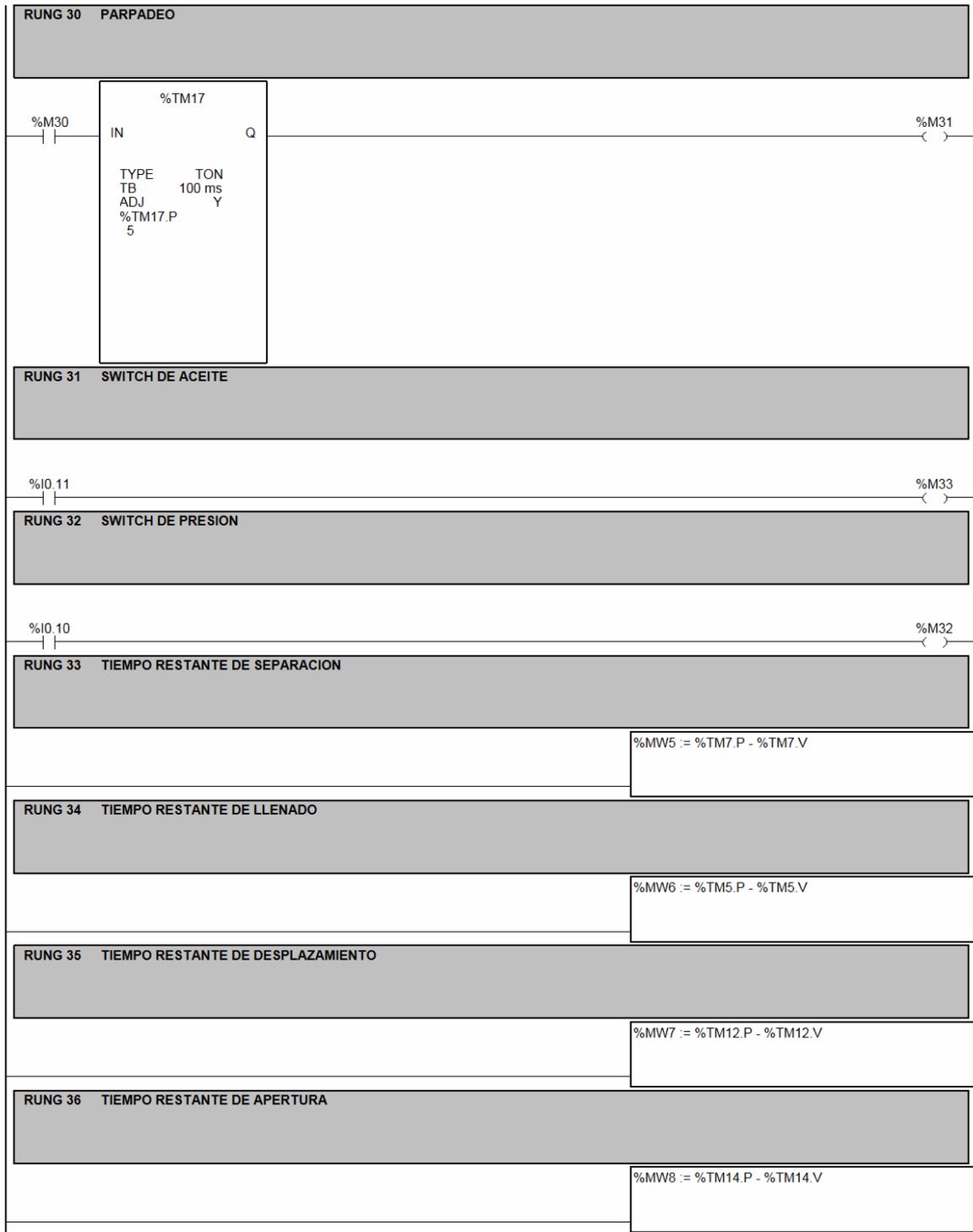


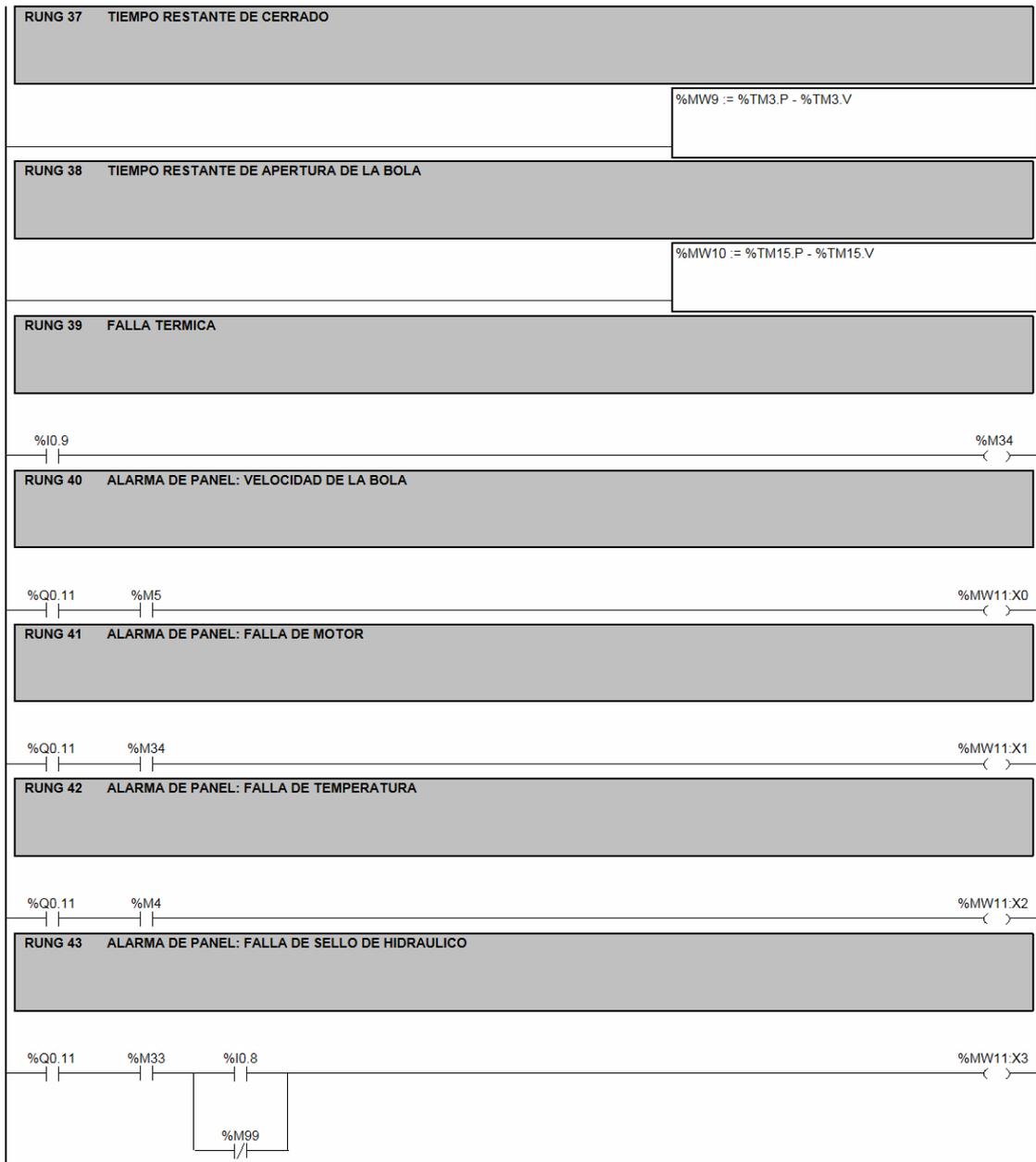
RUNG 22 PASO 8: DESPLAZAMIENTO

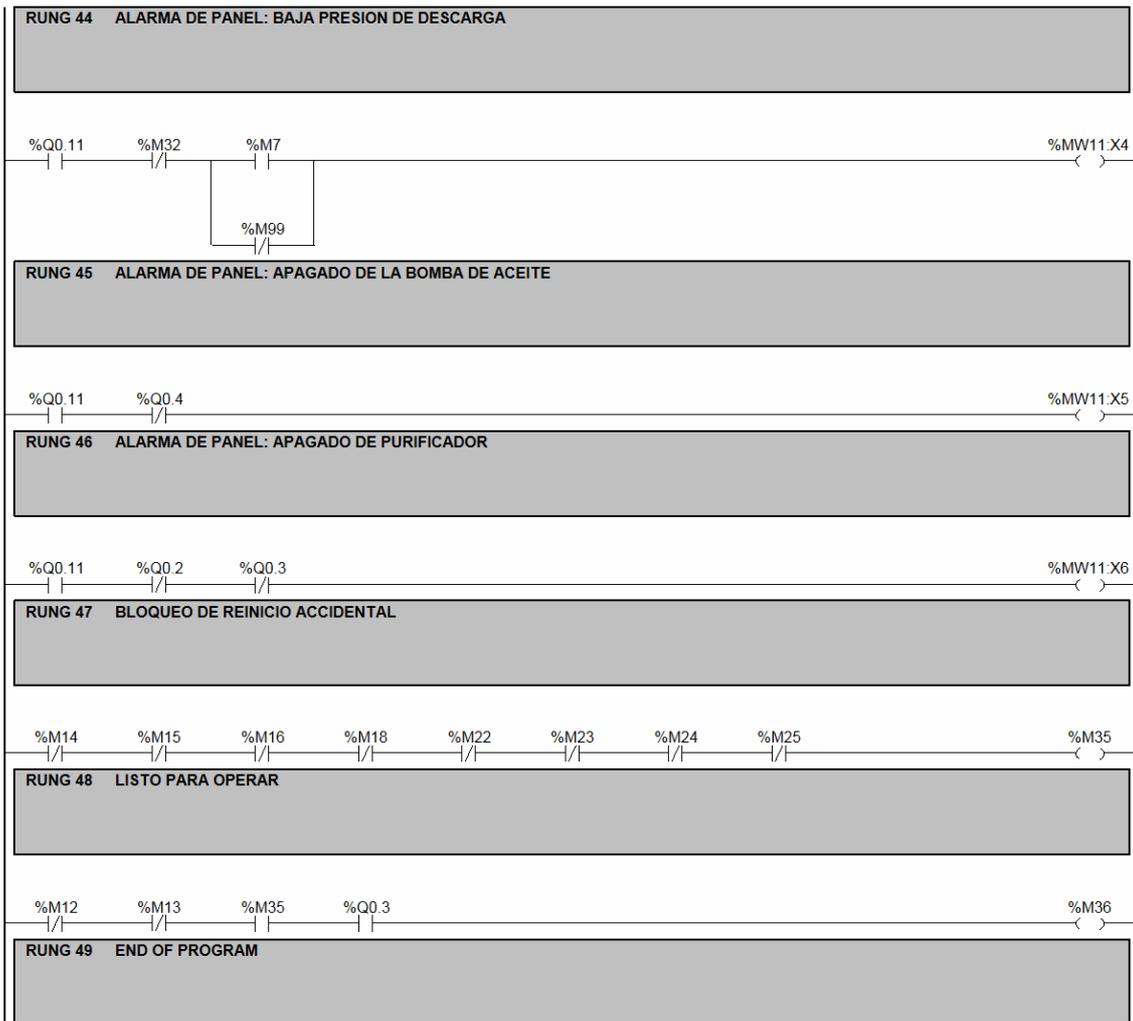












Symbols

Symbol Table Empty -- No symbol data found

Cross Reference

ADDRESS	SYMBOL	LINE	OPERATOR
		7	IN
		8	BLK: END
		16	IN
		17	BLK: OUT
		20	BLK: END
		25)
		30)
		31)
		37)
		40)
		41)
		42)
		50)
		51)
		53	IN
		54	BLK: OUT
		57	BLK: END
		66)
		76)
		90)
		101	IN
		102	BLK: OUT
		105	BLK: END
		110	IN
		111	BLK: OUT
		114	BLK: END
		119	IN
		120	BLK: OUT
		123	BLK: END
		128	IN
		129	BLK: OUT
		132	BLK: END
		137	IN
		138	BLK: OUT
		141	BLK: END
		153	IN
		154	BLK: OUT
		157	BLK: END
		161	IN
		162	BLK: OUT
		165	BLK: END
		169	IN
		170	BLK: OUT
		173	BLK: END
		176	IN
		177	BLK: OUT
		180	BLK: END
		183	IN
		184	BLK: OUT
		187	BLK: END
		190	IN
		191	BLK: OUT
		194	BLK: END
		198	IN
		199	BLK: OUT
		202	BLK: END
		207	IN
		208	BLK: OUT
		211	BLK: END
		218)
		229	IN
		230	BLK: OUT
		233	BLK: END
		236	IN

ADDRESS	SYMBOL	LINE	OPERATOR
		237 240 272 278	BLK: OUT BLK: END))
%I0.4		67	ANDN
%I0.5		63	AND(
%I0.6		77 86	ANDN ANDN
%I0.7		73	AND(
%I0.8		38 270	AND(AND(
%I0.9		27 70 81 85 257	OR ANDN ANDN ANDN LD
%I0.10		22 243	AND(N LD
%I0.11		33 35 241	AND AND LD
%IW1.0		1	[:=]
%M0		64	OR
%M1		68	ANDN
%M2		74	OR
%M3		78 83	ANDN LDN
%M4		4 29 266	ST AND AND
%M5		12 26 88 260	ST OR(ANDN AND
%M6		19 28 36	ST OR(AND
%M7		23 276	AND(AND(
%M8		43 46	ST AND(
%M9		56 58	ST LD
%M10		52 60	ANDN ANDN
%M11		95	ANDR
%M12		96 210	ORF ST

ADDRESS	SYMBOL	LINE	OPERATOR
%M12		296	LDN
%M13		104 107 223 297	ST LDF LD ANDN
%M14		113 116 287	ST LDF LDN
%M15		122 125 220 288	ST LDF LD ANDN
%M16		131 142 289	ST LDF ANDN
%M17		140 144	ST ANDN
%M18		134 143 149 151 159 167 175 212 290	LD OR ST LD LD LD LDF LD ANDN
%M19		156 160 168	ST AND ANDF
%M20		152 164	ANDN ST
%M21		172 225	ST OR
%M22		179 182 291	ST LDF ANDN
%M23		186 189 221 292	ST LDF OR ANDN
%M24		193 196 293	ST LDF ANDN
%M25		201 204 224 294	ST LDF OR ANDN
%M26		147	ANDN
%M27		213	OR (
%M28		215	ANDN
%M29		97 148	ANDN ANDN

---ADDRESS---	---SYMBOL---	---LINE---	---OPERATOR---
%M30		232	ST
		235	LD
%M31		228	LDN
		239	ST
%M32		244	ST
		275	ANDN
%M33		242	ST
		269	AND
%M34		258	ST
		263	AND
%M35		100	AND
		295	ST
		298	AND
%M36		94	LD
		300	ST
%M99		15	ANDN
		24	ORN
		32	OR (
		34	OR (N
		39	ORN
		217	AND
		271	ORN
		277	ORN
%M100		69	ANDN
		79	ANDN
		84	ANDN
		99	ANDN
		109	ANDN
		118	ANDN
		127	ANDN
		136	ANDN
		146	ANDN
		197	ANDN
		206	ANDN
%MW0		1	[:=]
		2	LD [<]
		3	OR [>]
%MW1		10	[:= *]
		11	LD [<]
%MW2		3	OR [>]
%MW3		2	LD [<]
%MW4		11	LD [<]
%MW5		246	[:= -]
%MW6		248	[:= -]
%MW7		250	[:= -]
%MW8		252	[:= -]
%MW9		254	[:= -]
%MW10		256	[:= -]
%MW11:X0		261	ST

ADDRESS	SYMBOL	LINE	OPERATOR
%MW11:X1		264	ST
%MW11:X2		267	ST
%MW11:X3		273	ST
%MW11:X4		279	ST
%MW11:X5		282	ST
%MW11:X6		286	ST
%Q0.2		49 75 82 87 284	ANDN OR ST AND(ANDN
%Q0.3		48 80 89 91 285 299	OR(N ANDN OR ST ANDN AND
%Q0.4		47 65 71 281	ORN OR ST ANDN
%Q0.5		14 21 45 214 219	LD LD LD OR ST
%Q0.6		222	ST
%Q0.7		226	ST
%Q0.8		92	ST
%Q0.11		59 61 98 108 117 126 135 145 205 216 259 262 265 268 274 280 283	OR ST ANDN ANDN ANDN ANDN ANDN ANDN ANDN ANDN LD LD LD LD LD LD LD
%TM1		44	BLK
%TM2		13	BLK
%TM3		93	BLK
%TM3.P		254	[:= -]
%TM3.V		254	[:= -]

ADDRESS	SYMBOL	LINE	OPERATOR
1		0	LD
		6	LD
		9	LD
		62	LD
		72	LD
		245	LD
		247	LD
		249	LD
		251	LD
		253	LD
		255	LD
30		10	[:= *]

ANEXO 4

SOFTWARE DE LA INTERFAZ DE USUARIO HMI

HMI Application Information :

Title : INTERFAZ DE USUARIO

Author : HUGO VILLEGAS

Date Last Edited : 22/11/2007

Time Last Edited : 20:38:10

Description : CONFIGURACIÓN DE INTERFAZ DE USUARIO HMI PARA PURIFICADORA WSK KRAKOW DE LAVAL

HMI Tags :

No.	Node Name	Tag	Bytes	Tag Name
0001	Operator Panel		B0002	- copy_q2
0002	Operator Panel		B0003	- copy_q3
0003	Operator Panel		B0004	- aux_auto_1
0004	Operator Panel		B0005	- copy_q5
0005	Operator Panel		B0006	- aux_auto_2
0006	Operator Panel		B0007	- aux_auto_3
0007	Operator Panel		B0008	- copy_q4
0008	Operator Panel		B0009	- copy_q9
0009	Operator Panel		B0010	- B0010_Ladder
0010	Operator Panel		B0020	- oil_feed_pump_copy
0011	Operator Panel		B0021	- pressure_copy
0012	Operator Panel		B0022	- oil_switch_shadow_copy
0013	Operator Panel		B0023	- temperature_fault_copy
0014	Operator Panel		B0024	- thermal_fault_copy
0015	Operator Panel		B0025	- speed_fault_copy
0016	Operator Panel		B0026	- alarm_copy
0017	Operator Panel		D0000	2 screen_delay_counter
0018	Operator Panel		D0003	2 user_defined_screen_trigger
0019	Operator Panel		D0004	2 separation_time
0020	Operator Panel		D0005	2 filling_time
0021	Operator Panel		D0010	2 alarm_register
0022	Operator Panel		D0020	2 alarm_screen
0025	Operator Panel		S0001	2 Language
0026	Operator Panel		S0002	2 Logger memory status
0030	Operator Panel		S0003_00	- Logger memory full status

0031	Operator Panel	S0003_01	-	Logger memory clear status
0032	Operator Panel	S0003_02	-	RTC Fail
0033	Operator Panel	S0003_03	-	Invalid Max/Min Limits
0028	Operator Panel	S0003_14	-	Comm1 status
0029	Operator Panel	S0003_15	-	Comm2 status
0035	Operator Panel	S0004	2	Number of Historical Alarms
0037	Operator Panel	S0005	2	Screen trigger register
0039	Operator Panel	S0006	2	Screen saver time
0043	Operator Panel	S0010	2	RTC Date
0044	Operator Panel	S0011	2	RTC Month
0046	Operator Panel	S0012	2	RTC Year
0047	Operator Panel	S0013	2	RTC Hour
0049	Operator Panel	S0014	2	RTC Min
0050	Operator Panel	S0015	2	RTC Sec
0052	Operator Panel	S0016	2	RTC day of week
0054	Operator Panel	S0017	2	ScanTime Register
0055	Operator Panel	T0096	2	T0096_Ladder
0056	Operator Panel	Y0000	-	prueba
0057	Operator Panel	Y0001	-	prueba1
0058	Operator Panel	Y0002	-	prueba2
0059	Operator Panel	Y0003	-	prueba3
0023	Operator Panel	s0000	-	Carry bit
0024	Operator Panel	s0001	-	High speed timer control bit
0027	Operator Panel	s0003	-	Minute Change Pulse
0034	Operator Panel	s0004	-	Hour Change Pulse
0036	Operator Panel	s0005	-	Date Change Pulse
0038	Operator Panel	s0006	-	Month Change Pulse
0040	Operator Panel	s0007	-	Year Change Pulse
0041	Operator Panel	s0008	-	Screen saver control
0042	Operator Panel	s0009	-	Beeper On/Off

HMI Tags :

No.	Node Name	Tag	Bytes	Tag Name
0045	Operator Panel		s0012	- Update the histor
0048	Operator Panel		s0014	- Acknowledge all i
0051	Operator Panel		s0016	- Valld key beeper
0053	Operator Panel		s0017	- Invalld key beepe
0060	Com2 : Node1		I00008	- oil_switch
0061	Com2 : Node1		I00010	- discharge_pressu
0062	Com2 : Node1		I00011	- discharge_fault
0063	Com2 : Node1		M00000	- start_feed_pump_
0064	Com2 : Node1		M00001	- stop_feed_pump_
0065	Com2 : Node1		M00002	- start_separator_s
0066	Com2 : Node1		M00003	- stop_separator_s
0067	Com2 : Node1		M00004	- temperature_fault
0068	Com2 : Node1		M00005	- speed_fault
0069	Com2 : Node1		M00006	- separation_off
0070	Com2 : Node1		M00007	- pressure_supervi
0071	Com2 : Node1		M00010	- ack
0072	Com2 : Node1		M00011	- process_start
0073	Com2 : Node1		M00012	- discharging_proc
0074	Com2 : Node1		M00013	- closing_process
0075	Com2 : Node1		M00015	- filling_process
0076	Com2 : Node1		M00017	- PRUEBA VALVUL
0077	Com2 : Node1		M00023	- displacement_prc
0078	Com2 : Node1		M00025	- opening_process
0079	Com2 : Node1		M00026	- discharge
0080	Com2 : Node1		M00027	- turn_on_oil_valve

0081	Com2 : Node1	M00028	-	shut_off_oll_val
0082	Com2 : Node1	M00029	-	stop_process
0083	Com2 : Node1	M00030	-	separation_start
0084	Com2 : Node1	M00032	-	pressure
0085	Com2 : Node1	M00033	-	oil_switch_shad
0086	Com2 : Node1	M00034	-	thermal_fault
0087	Com2 : Node1	M00036	-	ready_to_start
0088	Com2 : Node1	M00099	-	manu_auto
0089	Com2 : Node1	M00100	-	total_shut_off
0090	Com2 : Node1	M00120	-	PRUEBA VALVU
0091	Com2 : Node1	MW0000	2	temperature
0092	Com2 : Node1	MW0001	2	speed
0093	Com2 : Node1	MW0002	2	high_llimit_tempr
0094	Com2 : Node1	MW0003	2	low_llimit_tempe
0095	Com2 : Node1	MW0004	2	low_llimit_speed
0096	Com2 : Node1	MW0005	2	separation_rema
0097	Com2 : Node1	MW0006	2	filling_remainIng
0098	Com2 : Node1	MW0007	2	displacement_re
0099	Com2 : Node1	MW0008	2	opening_remainI
0100	Com2 : Node1	MW0009	2	closing_remainI
0101	Com2 : Node1	MW0010	2	ejection_remainI
0102	Com2 : Node1	MW0011	2	plc_alarms
0103	Com2 : Node1	Q00001	-	pruebaxx
0104	Com2 : Node1	Q00002	-	separator_sec1
0105	Com2 : Node1	Q00003	-	separator_sec2
0106	Com2 : Node1	Q00004	-	oil_feed_pump
0107	Com2 : Node1	Q00005	-	feed_valve
0108	Com2 : Node1	Q00006	-	filling_water_val
0109	Com2 : Node1	Q00007	-	operating_valve'
0110	Com2 : Node1	Q00008	-	light_switch

HMI Tags :

No.	Node Name	Tag	Bytes	Tag Name
0111	Com2 : Node1	Q00009	-	light_switch000
0112	Com2 : Node1	Q00010	-	general_alarm
0113	Com2 : Node1	Q00011	-	alarm_shadow
0114	Com2 : Node1	S00000	-	cold_start
0115	Com2 : Node1	S00001	-	warm_start
0116	Com2 : Node1	T0001P	2	alarm_delay
0117	Com2 : Node1	T0003P	2	closing_bowl
0118	Com2 : Node1	T0005P	2	filling
0119	Com2 : Node1	T0007P	2	separation
0120	Com2 : Node1	T0008P	2	refreshing_pulso
0121	Com2 : Node1	T0010P	2	refreshing_pulse_time
0122	Com2 : Node1	T0012P	2	displacement
0123	Com2 : Node1	T0014P	2	open_bowl
0124	Com2 : Node1	T0015P	2	ejection
0125	Com2 : Node1	VF000V	2	Frequency

Power On Tasks :

Goto Screen number : 00001

Global Tasks :

Screen Tasks :

Screen No:00001

Before Showing Task:

Write 0 to Tag D0000

Turn Bit s0009 OFF

Turn Bit M00100 (COM2) ON

Turn Bit S00000 (COM2) ON

Turn Bit S00001 (COM2) OFF

While Showing Task :

Add 1 to Tag D0000

Wait till D0000 <= 2000

Write 2 to Tag S0005

Turn Bit S00000 (COM2) ON

Turn Bit S00001 (COM2) OFF

Write 900 to Tag MW0002 (COM2)

Write 400 to Tag MW0003 (COM2)

Write 1700 to Tag MW0004 (COM2)

Screen No:00002

Before Showing Task:

Turn Bit M00100 (COM2) ON

Turn Bit M00099 (COM2) OFF

After Hiding Task :

Turn Bit M00100 (COM2) OFF

Screen No:00004

Before Showing Task:

Turn Bit M00099 (COM2) ON

While Showing Task :

Execute PLC Block Block00010\$

Copy Tag Q00002 (COM2) to Tag B0002

Copy Tag Q00003 (COM2) to Tag B0003

Copy Tag Q00005 (COM2) to Tag B0005

Screen No:00012

Before Showing Task:

Write 12 to Tag D0003

Write 15 to Tag D0020

While Showing Task :

Copy Tag Q00011 (COM2) to Tag B0026

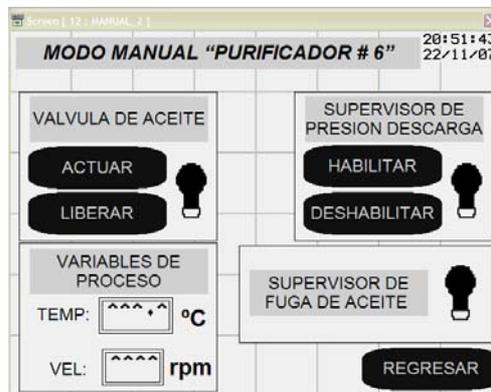
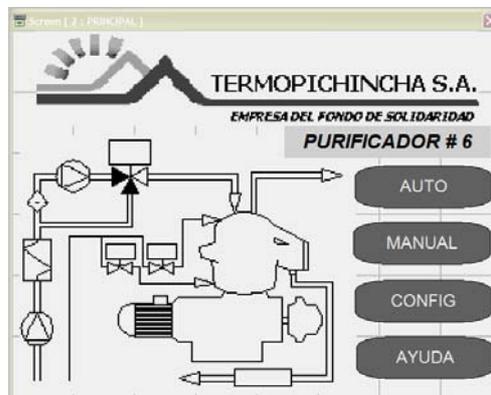
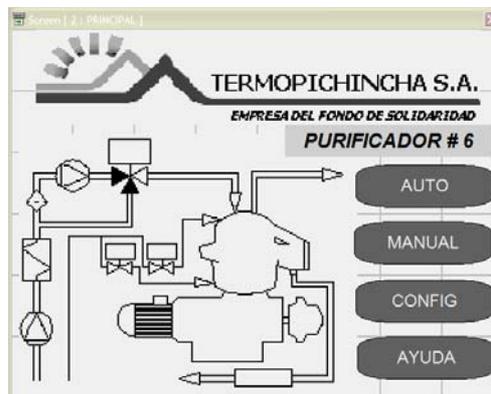
Execute PLC Block ALARMA

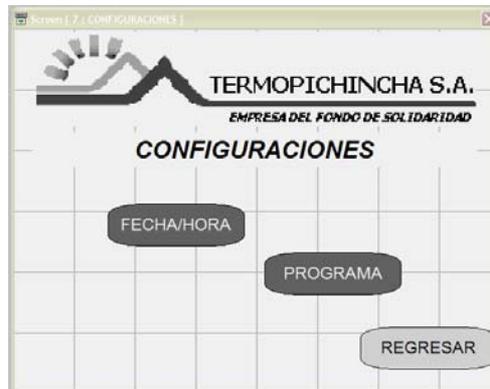
After Hiding Task :**Turn Bit M00004 (COM2) OFF****Turn Bit M00005 (COM2) ON**

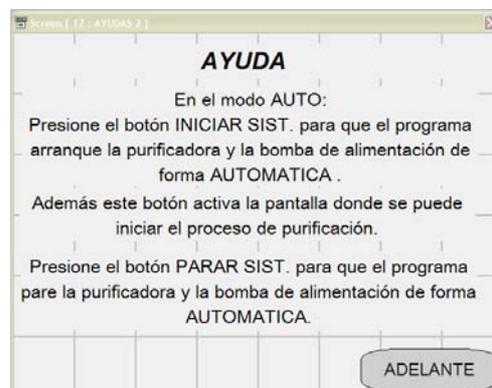
Screen No:00013

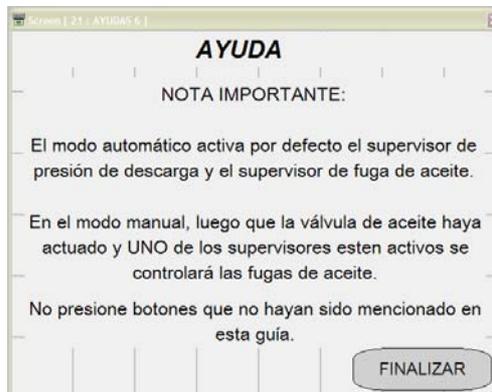
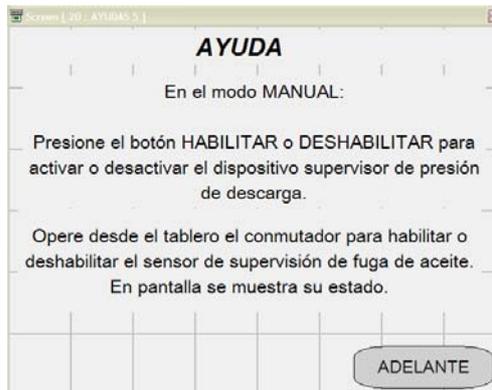
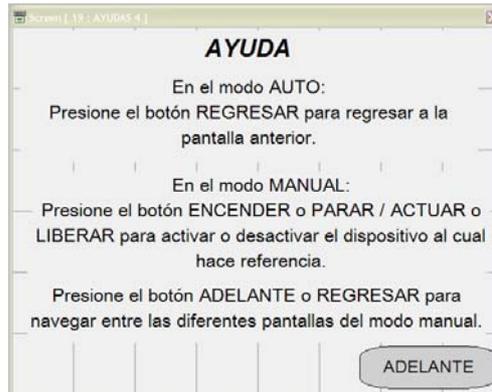
Before Showing Task:**Turn Bit M00099 (COM2) OFF****Write 15 to Tag D0020****Write 13 to Tag D0003****While Showing Task :****Copy Tag Q00002 (COM2) to Tag B0002****Copy Tag Q00003 (COM2) to Tag B0003****Copy Tag Q00005 (COM2) to Tag B0005****Copy Tag Q00011 (COM2) to Tag B0026****Execute PLC Block animaciones****Execute PLC Block ALARMA**

HMI Screen









ANEXO 5

MANUAL DE USUARIO

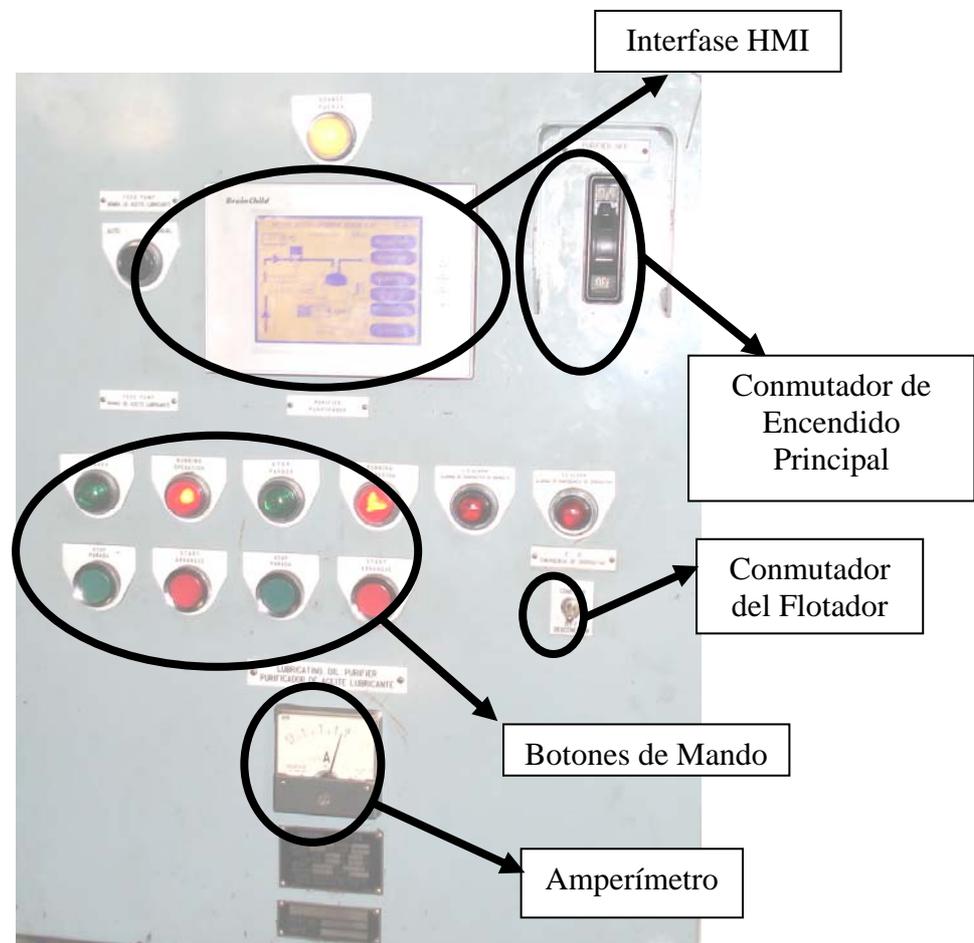
Guía de Operación para la Purificadora de Aceite WSK KRAKOW DE LAVAL

Antes de Encender:

Importante. Antes de Encender la máquina purificadora de aceite verifique las siguientes condiciones:

1. La llave de Vapor V8 de ingreso al módulo purificador debe estar abierta.
2. La llave de agua de control V9 debe estar abierta.
3. La llave de ingreso V7 y salida V12 del Aceite lubricante en el módulo purificador deben estar abiertas. Verificar la apertura correcta de las válvulas de entrada y salida de aceite en el tanque de aceite de Sistema.
4. La presión de Aire de control vista en el indicador de presión de la unidad de mantenimiento debe ser 5 bares.
5. El freno de la bola se debe verificar que este suelto. (Se suelta presionando la palanca del freno).

En el Encendido del Módulo Purificador:



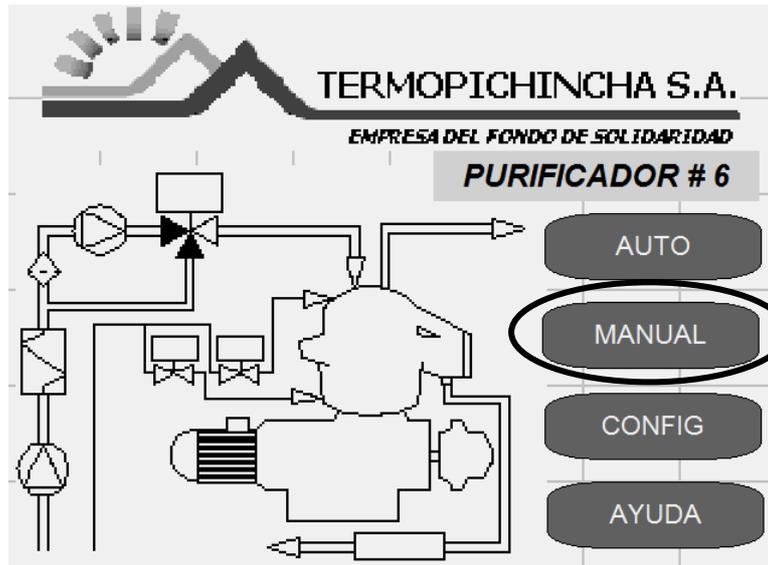
Panel de Interfase de Control

1. Posicionar el conmutador de encendido principal en el panel de interfase de Control a la posición de encendido, el controlador y la interfase HMI se encenderán automáticamente.

Seleccionar la Opción de Operación en la pantalla principal de la interfase HMI.

2. Operación Manual y Pre calentamiento de Aceite

Seleccione el modo manual en la Pantalla HMI.



En la siguiente pantalla, encienda el módulo purificador (solo si el aceite esta ya caliente) y la bomba de alimentación de cada uno de los botones respectivos en la interfase HMI o desde los botones de mando respectivos ubicados en el panel de interfase de control.

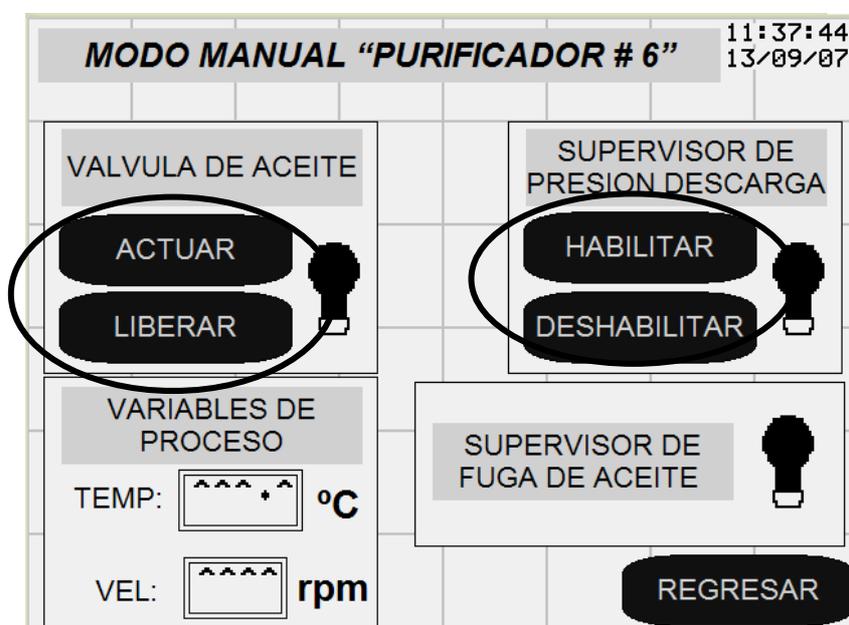


Para empezar la operación manual, verifique que el indicador de velocidad muestre 1800 rpm, a continuación verifique que la válvula V4 este abierta y V5 cerrada. Si el aceite esta muy frío mantenga cerrado V4 y abierto V5 por un tiempo prudente hasta que el aceite se haya calentado, pero se debe mantener el módulo purificador apagado. Si ya se ha calentado lo suficiente encienda el módulo purificador desde los botones o desde la pantalla.

Pase la válvula V2 de operación a la posición 3 y manténgala ahí hasta que se observe salir agua por el bastón de descarga y enseguida pase a la posición 4.

Abra la válvula de llenado V3 durante unos 3 minutos hasta que se observe que se ha llenado la bola y salga agua por la mirilla. Cierre la válvula y espere unos segundos.

En la pantalla principal del modo manual, presione el botón indicador de accionamiento de la válvula de aceite de alimentación, y el aceite ingresará a la máquina purificadora. Luego espere hasta que en la mirilla no salga agua y active el Conmutador del flotador a la posición ON. Así mismo habilite el SUPERVISOR DE DESCARGA presionando el botón HABILITAR en la pantalla HMI. Verifique las variables de proceso como temperatura y velocidad en la pantalla. Espere un tiempo aproximado de 3 horas.

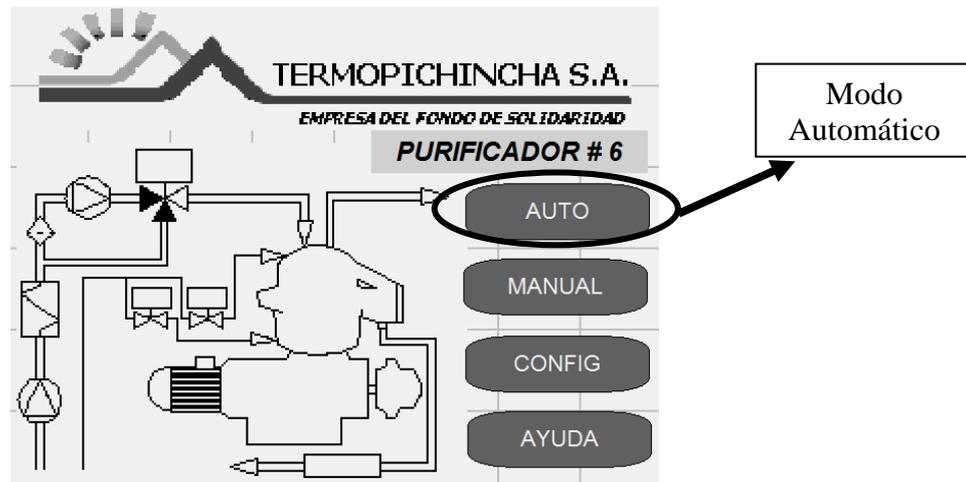


Una vez que se haya terminado el proceso, desactive el conmutador del flotador y el supervisor de descarga, presione el botón de liberar la válvula, espere dos segundos y abra por 20 segundos la válvula de desplazamiento V3. Pase la válvula V2 de control manual a la posición 1 y espere 20 segundos. Luego pase la válvula V2 a la posición 2.

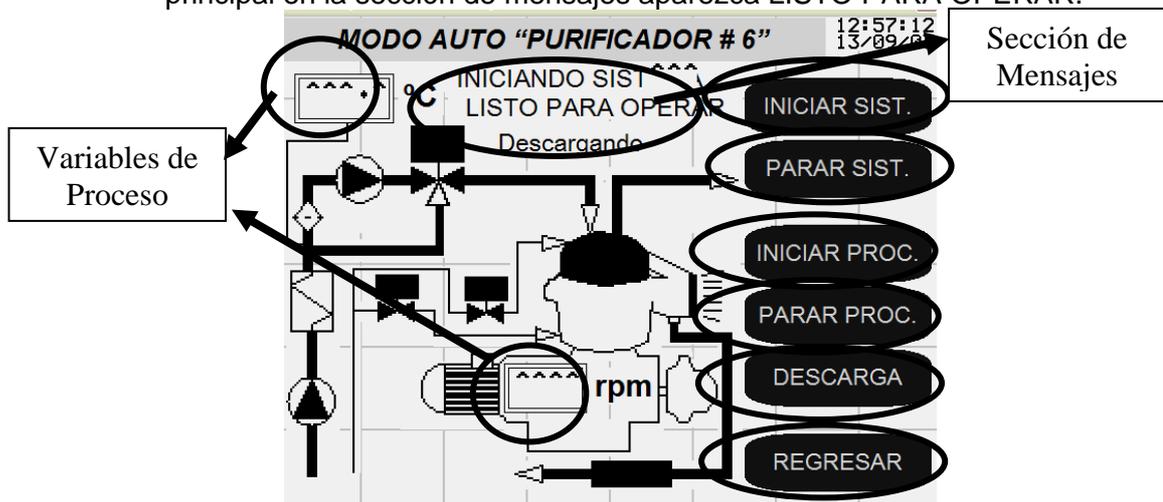
Si se desea reiniciar el proceso ir al paso 2.4 de lo contrario, presione el botón REGRESAR en la interfase HMI. Apague la bomba de alimentación y el purificador y regrese a la pantalla principal. Si desea apagar el módulo completo pase el conmutador de encendido principal a la posición OFF y el módulo se apagará.

3. Operación Automática

3.1. Seleccione el modo automático en la Pantalla HMI



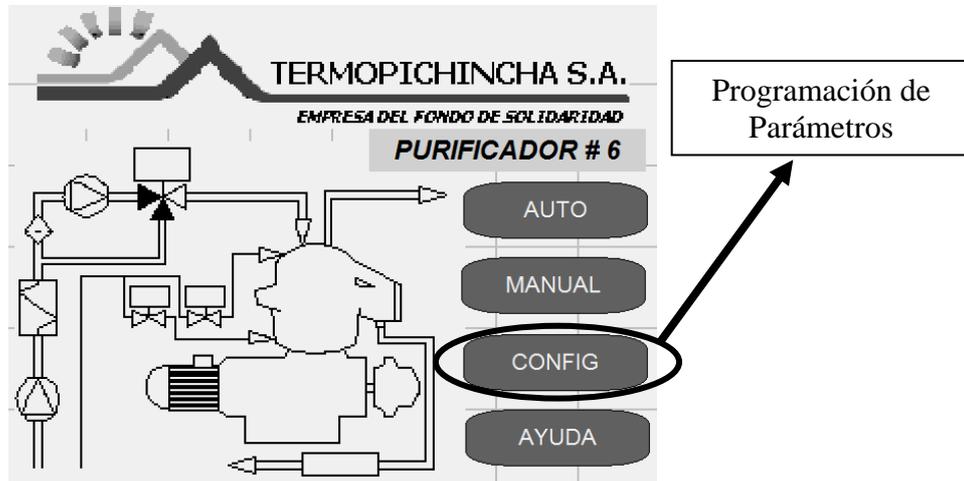
- 3.2. Verifique la válvula V2 de operación manual se encuentre en la posición dos, la válvula V4 este abierta y V5 cerrada. A continuación en la pantalla principal presione el botón de iniciar sistema INICIAR SIST. Y todo el sistema se preparará automáticamente. Espere hasta que en la pantalla principal en la sección de mensajes aparezca LISTO PARA OPERAR.



- 3.3. Presione el botón INICIAR PROC., para iniciar el proceso de purificación. Todo el proceso se realizará de forma totalmente automática por tiempo indefinido.
- 3.4. Para descargar el fango de la bola en cualquier instante del proceso, presione DESCARGA y el proceso de descarga se ejecutará y luego nuevamente la máquina continuará el proceso de manera automática, es decir el proceso de purificación continuará. Para detener el proceso sin detener el sistema presione el botón PARAR PROC., y el proceso se detendrá. Para reiniciar pulse INICIAR PROC. Para detener completamente la máquina presione el botón PARAR SIST., y todo el sistema se parará.
- 3.5. Una vez que ya no se desee continuar con el proceso presione el botón REGRESAR y se volverá a la pantalla principal. Si desea apagar el módulo completo pase el conmutador de encendido principal a la posición OFF y el módulo se apagará.

Programación de Parámetros

1. Para programar los parámetros básicos del sistema presione el botón CONFIG en la pantalla principal.



2. En la pantalla de configuración presione el parámetro que desea configurar



3. Si desea cambiar la configuración de la fecha y hora presione en los botones para subir o bajar el valor de los parámetros. Para salir pulse REGRESAR.



4. Para la reprogramación de parámetros del programa de purificación presione el botón PROGRAMA y presione sobre el valor que desea cambiar. Por ejemplo si desea cambiar el límite superior de temperatura presione sobre el valor actuar y una ventana de ingreso dinámico aparecerá para que ingrese el valor y presione ENTER. Si desea configurar más parámetros presione ADELANTE y aparecerá la lista de los demás parámetros configurables. Para regresar presione REGRESAR hasta llegar a la pantalla deseada.

TERMOPICHINCHA S.A.
EMPRESA DEL FONDO DE SOLIDARIDAD

CONFIGURACIONES

Temperatura:

Limite Superior: °C

Limite Inferior: °C

Velocidad :

Limite Inferior: rpm

ADELANTE

TERMOPICHINCHA S.A.
EMPRESA DEL FONDO DE SOLIDARIDAD

TIEMPOS DE PROGRAMA

Retardo de Alarma: s

Llenado: s

Pulso de Cerrado: x0.1 s

Descarga: s

Purificación: min

Pulso de Refresco: x0.1 s

Desplazamiento: s

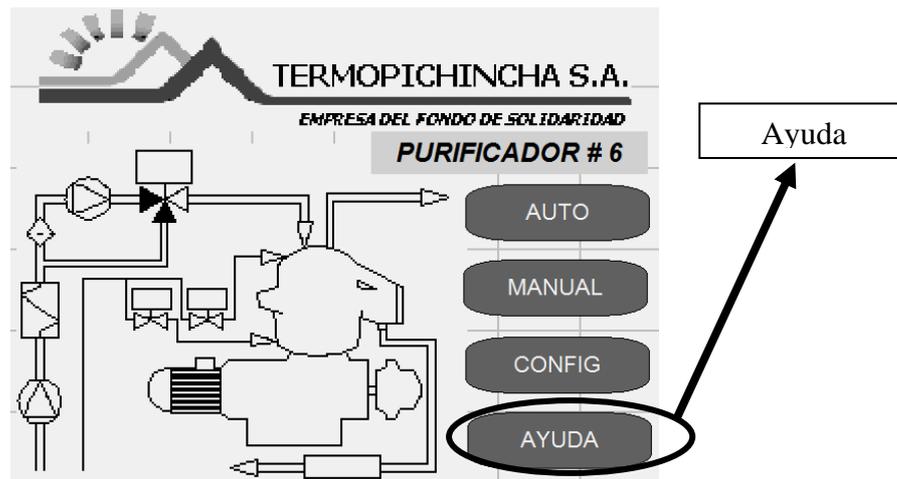
Pulso de Apertura: x0.1 s

Refrescar Pulso en: min

REGRESAR

Ayuda en línea

1. Para visualizar la ayuda del sistema presione el botón ayuda y navegue a través de las diferentes pantallas de ayuda del módulo.



Problemas y soluciones

El sistema de control esta provisto de una serie de sensores para detectar posibles fallas durante el proceso de purificación. Las fallas de detección programadas son:

BAJA VELOCIDAD DE LA BOLA. Esta alarma se activa cuando la bola esta girando a un nivel inferior del esperado. Para solucionar este fallo verifique que se encuentre encendido el módulo de purificación o si el sistema de embrague esta defectuoso.

FALLO DE MOTOR ELÉCTRICO. Se activa esta alarma cuando ha ocurrido un fallo térmico en cualquiera de los dos motores. Se lo repone desde el interior del tablero presionando el botón de reposición térmico.

FALLA DE TEMPERATURA DE ACEITE. Se activa cuando la temperatura del aceite baja del valor predefinido inferior o sube del predefinido superior.

FALLA DE SELLO HIDRÁULICO. Se activa cuando existe descarga de aceite por la mirilla.

FALLA DE PRESIÓN DE DESCARGA. Se activa cuando existe baja presión a la descarga de aceite purificado. Se debe a que se esta perdiendo aceite de descarga.

APAGADO DE BOMBA DE ACEITE. Se activa cuando se apaga la bomba de aceite en la operación.

APAGADO DE PURIFICADORA. Se activa cuando se apaga la purificadora en la operación.

Cuando alguna de estas alarmas ocurre, la interfase HMI presentará el problema, presione el botón reconocer alarma en la pantalla de alarmas de la interfase HMI y volverá a la pantalla anterior en la cual se encontraba la interfase antes del fallo. Corrija el defecto y reinicie el proceso.

Valores Recomendados de Parámetros de Programación

Temperatura

Limite Superior: 90°C

Limite Inferior: 70°C

Velocidad

Limite Inferior: 1700 rpm

Tiempos de Programa

Retardo de Alarma: 10s

Descarga: 20s

Desplazamiento: 20s

Llenado: 190s
Purificación: 120min
Pulso de Apertura: 80x0.1s
Pulso de Cerrado: 55x0.1s
Pulso de Refresco: 1x0.1s
Refrescar Pulso en: 40min

Realizado por:

Hugo Villegas Pico

Aprobado:

Ing. Eduardo Aguilera M.

CEAM/hnvp

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPITULO II

Figura 2.1. Separador CH30-GOF de la empresa Alfa Laval.....	13
Figura 2.2. Sección transversal típica de un sistema empleado para separar sólidos de líquidos mediante centrifugado.	14
Figura 2.3. Sistema de decantación centrífuga ALSYS 400.....	15
Figura 2.4. Esquema del proceso de clarificación.....	16
Figura 2.5. Esquema del proceso de Purificación.....	17
Figura 2.6. Esquema del disco de impulsión (bomba centrípeta).....	20
Figura 2.7. Acción de líquido de maniobra en purificación	21
Figura 2.8. Llenado de la cámara de expulsión y evacuación del líquido de maniobra	22
Figura 2.9. Descarga de la bola	23
Figura 2.10. Alimentación del líquido de maniobra	23
Figura 2.11. Bola cerrada lista para purificar	24
Figura 2.12. Ejemplos de alimentación de líquido de maniobra	25

CAPITULO III

Figura 3.1. Diagrama general del proceso de purificación de aceite lubricante.....	32
Figura 3.2. Ubicación del módulo purificador	33
Figura 3.3. Diagrama de procesos del módulo purificador WSK KRAKOW DE LAVAL.....	34
Figura 3.4. Ubicación de elementos para la operación manual.....	35
Figura 3.5. Diagrama de bloques del tablero de control y protección.....	37
Figura 3.6. Diagrama de flujo para la operación Manual	38
Figura 3.7. Diagrama de procesos automático del módulo purificador WSK KRAKOW DE LAVAL	42
Figura 3.8. Diagrama Esquemático de Lógica de Diseño.....	52
Figura 3.9. Interconexión de transformador para control	54
Figura 3.10. Interconexión de fuente voltaje DC	54
Figura 3.11. Diagrama Esquemático de Interconexión de PLC TWIDO.....	55

CAPITULO IV

Figura 4.1. Ambiente de TwidoSoft.....	57
Figura 4.2. Ejemplo de programación usando Lista de Instrucciones	58
Figura 4.3. Ejemplo de programación usando Ladder.....	59
Figura 4.4. Ejemplo de programación usando Grafcet.....	59
Figura 4.5. Ejemplo de bloque de función	63
Figura 4.6. Diagrama de flujo para la operación automática.....	65
Figura 4.7. Diagrama para control de tiempos y válvulas	66
Figura 4.8. Lógica para la lectura de temperatura y alarma	71
Figura 4.9. Lógica para la lectura de Velocidad, Escalamiento, y Alarma	72
Figura 4.10. Retardo de alarma de primer minuto para Temperatura y Flotador ..	73
Figura 4.11. Retardo de alarma general	73
Figura 4.12. Arranque de la bomba de alimentación y purificador	74
Figura 4.13. Programa de la purificadora	75
Figura 4.14. Actuadores	76
Figura 4.15. Tiempos restantes de proceso.....	76
Figura 4.16. Sección de alarmas de panel	77
Figura 4.17. Sección de inter bloqueo de inicio de proceso	78
Figura 4.18. Ambiente de trabajo de HMI_studio 1.11	79
Figura 4.19. Barra de navegación principal de HMI_studio 1.11	80
Figura 4.20. Configuración de comunicaciones en HMI_studio 1.11	81
Figura 4.21. Pantalla para la creación de Tags.....	81
Figura 4.22. Configuración básica de nueva pantalla.....	83
Figura 4.23. Nueva pantalla para HMI.	83
Figura 4.24. Barra de herramientas de objetos.	84
Figura 4.25. Ventana para descargar programa a HMI.....	84
Figura 4.26. Ventana para subir programa a la PC.	84
Figura 4.27. Diagrama de árbol para HMI	86
Figura 4.28. Pantalla de inicio	89
Figura 4.29. Pantalla de opciones de operación	90
Figura 4.30. Pantalla de modo automático.....	91
Figura 4.31. Pantalla de modo manual (1)	91
Figura 4.32. Pantalla de modo manual (2)	92
Figura 4.33. Pantalla de configuraciones.....	92
Figura 4.34. Pantalla de configuración de Fecha/Hora	93
Figura 4.35. Pantalla de configuración de variables de proceso	93
Figura 4. 36. Pantalla de configuración de tiempos de programa	94
Figura 4.37. Pantalla de Presentación de Ayudas	95

CAPITULO V

Figura 5.1. Montaje de Válvula de Paso	107
Figura 5.2. Montaje de unidad de mantenimiento y válvula de control de Aire....	108
Figura 5.3. Montaje de línea de aire y conexión al actuador de la válvula de control de Aceite	108
Figura 5.4. Montaje de la válvula para control de aceite de 3/2.....	110
Figura 5. 5. Montaje final de la válvula para control de aceite de 3/2.....	110

Figura 5.6. Acoples para montaje de válvula de agua de control.....	111
Figura 5.7. Montaje final de la válvula de agua de control.....	111
Figura 5.8. Acoples para Montaje de Válvula de Llenado y Desplazamiento.....	112
Figura 5.9. Montaje final de la válvula de llenado y desplazamiento	112
Figura 5.10. Montaje del sensor de presión	113
Figura 5.11. Montaje final del sensor de presión.....	113
Figura 5.12. Montaje del sensor de Temperatura	114
Figura 5.13. Montaje del Sensor de Velocidad	115
Figura 5.14. Montaje final del Sensor de Velocidad.....	116
Figura 5.15. Montaje del tablero de control U2.0	117
Figura 5.16. Montaje final del tablero de control U2.0	117
Figura 5.17. Montaje Final de la Interfase HMI.....	118

ÍNDICE DE TABLAS

CAPITULO III

Tabla 3.1. Accesorios para Montaje Mecánico	50
Tabla 3.2. Accesorios para Montaje Eléctrico.....	51

CAPITULO IV

Tabla 4.1. Sintaxis de direccionamiento de bits.....	60
Tabla 4.2. Sintaxis de extracción de bits de objetos Word	60
Tabla 4.3. Sintaxis de direccionamiento de objetos Word	61
Tabla 4.4. Sintaxis de direccionamiento de objetos flotantes.....	61
Tabla 4.5. Sintaxis de direccionamiento de Entradas/Salidas digitales.....	62
Tabla 4.6. Sintaxis de direccionamiento de intercambio de objetos tipo Word.	62
Tabla 4.7. Tabla de variables tipo Bit	67
Tabla 4.8. Tabla de variables tipo Word	68
Tabla 4.9. Tabla de Mapa de Bits Físicos de Entradas.....	69
Tabla 4.10. Tabla de mapa de Bits físicos de salidas	69
Tabla 4.11. Tabla de mapa de variables de temporización	70
Tabla 4.12. Tipos de datos de HMI_studio 1.11	82
Tabla 4.13. Tabla de mapa de variables de acceso de datos tipo Bit del PLC	87
Tabla 4.14. Tabla de mapa de variables de acceso de salidas del PLC.....	87
Tabla 4.15. Tabla de mapa de acceso de variables tipo Word del PLC.....	88
Tabla 4. 16. Tabla de mapa de acceso de variables de temporización del PLC ...	88
Tabla 4. 17. Tabla de mapa de variables auxiliares tipo Bit de HMI	89
Tabla 4. 18. Tabla de mapa de variables auxiliares tipo Word de HMI	89

CAPITULO VI

Tabla 6.1. Presupuesto referencial para la automatización de la máquina purificadora	129
Tabla 6. 2. Perdidas económicas estimadas por el tratamiento de aceite lubricante	130
Tabla 6.3. Flujo de dinero en el tratamiento de aceite lubricante	131
Tabla 6.4. Cálculo de VAN y TIR usando una hoja de cálculo.	131

GLOSARIO

AOV. Válvula operada por aire.

Actuadores: Se denominan a aquellos elementos que pueden provocar un efecto sobre un proceso automatizado como por ejemplo un motor. Es decir actúa sobre el sistema en respuesta a una señal que lo solicita.

Capacidad Analítica: Método de comprensión que enfoca el todo y lo descompone en sus elementos básicos para luego ver la relación entre ellos.

Circuitos Neumáticos: Sistemas que utilizan aire comprimido con la finalidad de transmitir energía o información.

Controladores Lógicos Programables (PLC): Dispositivos electrónicos posibles de programar para el control de un proceso determinado.

Diseño de Sistemas: Creación de un modelo de Sistema que trata de reproducir el comportamiento de algunos aspectos de un sistema físico o mecánico complejo.

Interfaz Humano-Máquina (HMI): Es un canal comunicativo entre el usuario y el controlador de un proceso, la cual se encarga de dar información sobre el proceso al usuario.

Ingeniería de Control: Control Automático de Sistemas a través del conocimiento y manejo de señales de entrada y salida de él que informan de su comportamiento.

Nomenclatura P&ID. Sistema para designar y representar los instrumentos de medición y control.

Prototipos: Los prototipos son los primeros equipos realizados en los laboratorios de desarrollo.

PS. (Símbolo P&ID). Interruptor de presión.

Razonamiento Lógico: El que se capta a través de la observación de la realidad, o de un dibujo, o un esquema, el funcionamiento de algo, comportamiento, etc. Habilidad para analizar proposiciones o situaciones complejas, prever consecuencias y poder resolver el problema de una manera coherente.

SE. (Símbolo P&ID). Elemento primario de velocidad

Sensores: Son dispositivos que detectan manifestaciones de cualidades o fenómenos físicos, como energía, velocidad, tamaño, cantidad, etc.

SV. Válvula Solenoide

TT. (Símbolo P&ID). Transmisor de temperatura

ÍNDICE DE HOJAS DE DATOS

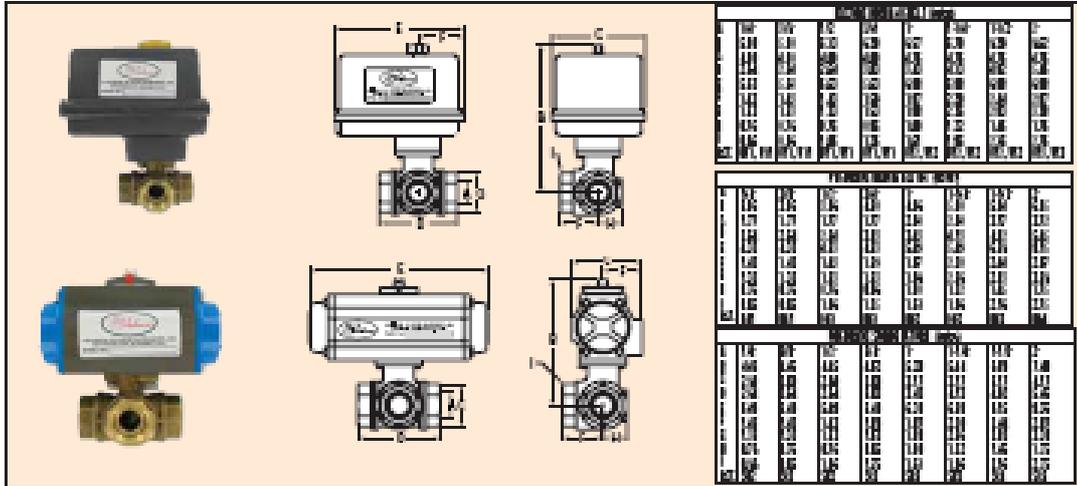
Hoja de datos 1. VÁLVULA DE CONTROL DE ACEITE	230
Hoja de datos 2. VÁLVULA PARA CONTROL DE AGUA	231
Hoja de datos 3. UNIDAD DE MANTENIMIENTO	235
Hoja de datos 4. SENSOR DE PROXIMIDAD INDUCTIVO.....	240
Hoja de datos 5. SWITCH DE PRESIÓN	243
Hoja de datos 6. PLC TWIDO.....	245
Hoja de datos 7. MODULO DE ENTRADAS ANALÓGICAS.....	250
Hoja de datos 8. INTERFASE HMI	257
Hoja de datos 9. FUENTE DE PODER	259

Hoja de datos 1. VÁLVULA DE CONTROL DE ACEITE



Series 3ABV

Automated Ball Valves - 3-Way Brass NPT
Electric and Pneumatic Actuators



The Series 3ABV™ incorporates a standard port valve for great flow rates with minimal pressure drop. Features include a blowout proof stem for added safety and reinforced TPE seals and seals for longer life and leak-free operation. The four seat design allows for high cyclic capabilities and tight shut-off in any position. Perfect for mixing or diverting services in the food and chemical processing industries.

The 3ABV is an economical automated valve package with either an electric or pneumatic actuator. Electrically actuated models are weatherproof, NEMA 4, powered by standard 115 VAC supply, and are available in either two-position or proportional control. Two-position actuators use the 115 VAC input to drive each of the valve ports open or closed, while the modulating actuator accepts a 0-10 VDC input for infinite valve positioning. Actuator features include thermal overload protection to withstand stall conditions, visual position indication, and a permanently lubricated gear train.

The pneumatic double acting actuator uses an air supply to drive each of the actuator ports. Spring return pneumatic actuators use the air supply to drive the valve stem in one direction, and internally loaded springs return the valve to its original position. Also available is the 3V™ solenoid valve to electrically switch the supply pressure between the air supply ports. Actuators are constructed of anodized aluminum and are epoxy coated for years of corrosion free service.

HOW TO ORDER:

1. Select Model No. to specify pipe size and actuator.
2. Choose a Port Configuration to determine valve flow path.
Example: 3ABV1DA204-T2

Port Configuration	Flow Path		Diagram
	Act. Open	Act. Closed	
"T" Port	-T1	A-B	
	-T2	A-C	
	-T3	B-C	
	-T4	All Open	
"L" Port	-L1	A-B	
	-L2	A-C	
	-L3	All Closed	

SPECIFICATIONS

Service: Compatible liquids, gases or steam.

Body: 3-way

Line Size: 1/8" to 2"

End Connections: Female NPT

Pressure Limits: 150psi (10 bar) 300 psi (20 bar) 500psi (34 bar) 750psi (52 bar) 1000psi (69 bar) 1500psi (103 bar) 2000psi (138 bar) 2500psi (172 bar) 3000psi (207 bar) 3500psi (241 bar) 4000psi (276 bar) 4500psi (311 bar) 5000psi (345 bar)

Wetted Materials:

- Body, End Cap, Stem: Brass
- Ball: Brass, Chrome Plated
- Seat, Stem Seal: TFE

Temperature Limit: 200°F (100°C)

O-ring Materials: Body Seal: Body O-ring: Stem O-ring: Fluorocarbon

ACTUATORS

Electric

Power Requirements: 120 VAC, 50/60 Hz, single phase. Optional 200 VAC, 24 VAC, 12 VDC, and 24 VDC.

Power Consumption (locked rotor): 1/2 HP, 1/4 HP, 1/2 HP, 3/4 HP, 1 HP, 1 1/2 HP, 2 HP, 3 HP, 4 HP, 5 HP, 7 1/2 HP, 10 HP, 15 HP, 20 HP, 25 HP, 30 HP, 35 HP, 40 HP, 45 HP, 50 HP, 55 HP, 60 HP, 65 HP, 70 HP, 75 HP, 80 HP, 85 HP, 90 HP, 95 HP, 100 HP, 110 HP, 120 HP, 130 HP, 140 HP, 150 HP, 160 HP, 170 HP, 180 HP, 190 HP, 200 HP, 210 HP, 220 HP, 230 HP, 240 HP, 250 HP, 260 HP, 270 HP, 280 HP, 290 HP, 300 HP, 310 HP, 320 HP, 330 HP, 340 HP, 350 HP, 360 HP, 370 HP, 380 HP, 390 HP, 400 HP, 410 HP, 420 HP, 430 HP, 440 HP, 450 HP, 460 HP, 470 HP, 480 HP, 490 HP, 500 HP, 510 HP, 520 HP, 530 HP, 540 HP, 550 HP, 560 HP, 570 HP, 580 HP, 590 HP, 600 HP, 610 HP, 620 HP, 630 HP, 640 HP, 650 HP, 660 HP, 670 HP, 680 HP, 690 HP, 700 HP, 710 HP, 720 HP, 730 HP, 740 HP, 750 HP, 760 HP, 770 HP, 780 HP, 790 HP, 800 HP, 810 HP, 820 HP, 830 HP, 840 HP, 850 HP, 860 HP, 870 HP, 880 HP, 890 HP, 900 HP, 910 HP, 920 HP, 930 HP, 940 HP, 950 HP, 960 HP, 970 HP, 980 HP, 990 HP, 1000 HP

Cycle Time (per 90°): Two Position: 1/2" to 3/4": 2.4 sec., 1" to 2": 3 sec. Modulating: 1/8" to 3/4": 2.4 sec., 1" to 2": 3 sec.

Duty Cycle: Two Position: 100% 300: 100%, 1" to 2": 25%. Modulating: 100%

Options:

- Blowout Proof Electric Actuator
- Add suffix "CB" to the model number
- Optional Electric Actuator Supply Voltages
- Contact factory for model number change (24 VAC)
- 210 VAC, 24 VDC or 12 VDC
- Solenoid Valve - See Model 3V.

Exposure Rating, NEMA 4, Optional NEMA 4X

Housing Material: Aluminum with anodized or powder coated finish.

Temperature Limit: 0 to 100°F (-18 to 40°C)

Coil Connections: 1/2" female NPT

Modulating Input: 0 to 10 VDC

Standard Fasteners: Manual override and visual position indicator except modulating valve.

Pneumatic "DA" and "DR" Series

Type DA series is double acting and DR series is spring return (back and/or forth).

Normal Supply Pressure: 90 psi (6.2 bar)

Maximum Supply Pressure: 100 psig (6.9 bar)

Air Connections: 1/4" female NPT

Air Consumption (per stroke) (DA): 2.12 cu. in. (DA), 5.52-9.34 cu. in. (DA), 3.92-11.21 cu. in. (DA), 3.92-10.8 cu. in. (DR), 39.64 cu. in. (DR)

Cycle Time (per 90°): DA: 1/2" to 3/4": 2.4 sec., 1" to 2": 3 sec. DR: 1/2" to 3/4": 2.4 sec., 1" to 2": 3 sec. DR: 1/2" to 3/4": 2.4 sec., 1" to 2": 3 sec.

Housing Material: Anodized aluminum body with epoxy coated aluminum end caps.

Temperature Limit: 0 to 100°F (-18 to 40°C)

Accessory Mounting: NAMUR standard.

Standard Fasteners: Visual position indicator.

Size (in.)	Cv		Double Acting Pneumatic		Spring Return Pneumatic		Two Position Electric		Modulating Electric	
	L-Port	T-Port	Model*		Model*		Model*		Model*	
1/4"	3.25	3.50	3ABV1DA100		3ABV1SR200		3ABV1U1100		3ABV1V1100	
3/8"	3.50	4.08	3ABV1DA101		3ABV1SR201		3ABV1U1101		3ABV1V1101	
1/2"	4.20	5.02	3ABV1DA102		3ABV1SR202		3ABV1U1102		3ABV1V1102	
3/4"	7.00	7.70	3ABV1DA103		3ABV1SR203		3ABV1U1103		3ABV1V1103	
1"	12.83	14.24	3ABV1DA204		3ABV1SR304		3ABV1U1204		3ABV1V1204	
1-1/4"	18.67	19.72	3ABV1DA205		3ABV1SR305		3ABV1U1205		3ABV1V1205	
1-1/2"	24.75	30.04	3ABV1DA306		3ABV1SR406		3ABV1U1206		3ABV1V1206	
2"	43.75	44.58	3ABV1DA407		3ABV1SR507		3ABV1U1307		3ABV1V1307	

* Complete model includes Port Configuration - see "How to Order" above.

Hoja de datos 2. VÁLVULA PARA CONTROL DE AGUA

0255



**2/2-way Solenoid Valve
for high pressures and temperatures**

- Seat valve, direct-acting
- Pressure range up to 100 bar
- Media temperature up to 250 °C
- Push-over solenoid system
- For gases and fluids

Type 0255 can be combined with...



Type 2500
Cable plug



Type 1074
Timer unit



Type 2511
ASI cable plug



Type 0000
Dosing control

The direct-acting plunger solenoid valve Type 0255 is also suitable for high pressures and high temperatures.

Circuit function A



2/2-way valve, normally closed by spring force

Technical data	
Orifice	DN 1.0 - 6.0 mm
Body material	Brass with stainless steel seat 1.4305 or stainless steel 1.4561
Seal material	FCM, PTFE (others on request)
Media	FCM PTFE
Media temperature	FCM: -10 to +130 °C PTFE: -40 to +180 °C on request: Up to +250 °C
Viscosity	Max. 21 mPa·s
Ambient temperature	+55 °C (250 °C on request), please see ordering chart
Voltage tolerance	± 10%
Duty cycle	100% continuous rating
Electrical connection	• Cable plug for Ø 7 mm cable, acc. to DIN EN 175201-600 Form A (supplied as standard)
Protection class	IP 65 with cable plug
Installation	As required, preferably with actuator upright

Flow rate	measured at +20 °C, 1 bar pressure at valve inlet and free outlet (see ordering chart)
Kv value water [m³/h]	
Pressure values [bar]	gauge pressure with respect to the prevailing atmosphere pressure (see ordering chart)
Response times [ms]	measured with water at valve outlet at 6 bar and +20 °C
Opening	pressure build-up 0 to 90%
Closing	pressure decay 100 to 10% (see ordering chart)

0255

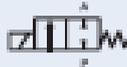
Technical data

Orifice [mm]	Inrush	Hold		Response times		Closing [ms]		Weight [kg]
		AC [VA]	AC [VA/W]	DC [W]	Opening [ms]	DC	AC	
1.0-6.0	35-40	15/13	approx.12	10-30	30-80	20-30	20-20	0.6

Ordering chart for valves (other versions on request)

All valves with brass body and stainless steel seat with cable plug

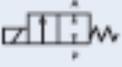
DTB 1000010017 EN Version: D Status: RL (released / freigegeben / valvák) printed: 30.06.2026

Circuit function	Orifice [mm]	Port connection [D]	Max. valve water flow [m ³ /h]	Pressure range for gases [bar]	Pressure range for liquids [bar]	Seal material	Voltage/frequency [V/Hz]	Item no.			
 <p>2/2-way valve NC</p>	1.0	G 1/4	0.03	0 - 100	0 - 100	PTFE	024/DC	085 360			
							11 0/50	019 544			
							20 0/50	047 692			
							024/50	020 033			
							11 0/50	020 101			
							20 0/50-00	077 660			
	2.0	G 1/4	0.12	0 - 20	0 - 20	RFM	024/DC	020 665			
							024/50	020 033			
							11 0/50	020 101			
							0 - 25	0 - 25	RFM	20 0/50-00	077 660
							0 - 10	0 - 10	PTFE	024/DC	082 673
							024/50	085 421			
	3.0	G 1/4	0.25	0 - 10	0 - 10	PTFE	024/DC	082 673			
							024/50	085 421			
							11 0/50	085 665			
							024/50	045 665			
							0 - 4	0 - 4	PTFE	024/DC	085 790
							024/50	085 454			
	4.0	G 1/4	0.5	0 - 4	0 - 4	PTFE	024/DC	085 790			
							024/50	085 454			
							11 0/50	020 067			
							024/50	085 165			
							0 - 4	0 - 4	PTFE	024/DC	085 435
							024/50	089 100			
5.0	G 3/8	0.5	0 - 4	0 - 4	PTFE	024/DC	085 404				
						024/50	089 405				
						11 0/50	089 405				
						024/50	045 665				
						0 - 4	0 - 4	PTFE	024/DC	085 404	
						024/50	089 405				
6.0	G 1/2 ⁰	0.5	0 - 4	0 - 4	PTFE	024/DC	085 404				
						024/50	089 405				
						11 0/50	089 405				
						024/50	089 405				
						0 - 4	0 - 4	PTFE	024/DC	085 404	
						024/50	089 405				
8.0	G 1/2 ⁰	0.5	0 - 1	0 - 1	PTFE	024/DC	020 164				
						024/50	049 194				
						11 0/50	049 630				
						024/50	090 079				
						0 - 5	0 - 5	RFM	20 0/50	082 424	
						024/50	022 551				
10.0	G 3/8	0.65	0 - 1.5	0 - 1.5	RFM	024/DC	020 664				
						024/50	087 644				
						11 0/50	020 551				
						024/50	090 660				
						0 - 1	0 - 1	PTFE	024/DC	085 764	
						024/50	082 369				
12.0	G 3/8	0.8	0 - 1	0 - 1	PTFE	024/DC	082 369				
						024/50	085 323				
						11 0/50	085 323				
						024/50	081 324				
						0 - 1	0 - 1	RFM	024/DC	125 665	
						024/50	125 665				
15.0	G 1/2 ⁰	0.8	0 - 1	0 - 1	RFM	024/DC	125 665				
						024/50	125 665				
						11 0/50	125 647				
						024/50	125 660				
						0 - 4	0 - 4	RFM	024/DC	125 665	
						024/50	125 665				

Note: The pressure ranges for liquids are shown on the rating plate. For mounting brackets, please refer to the accessories for type 0255.

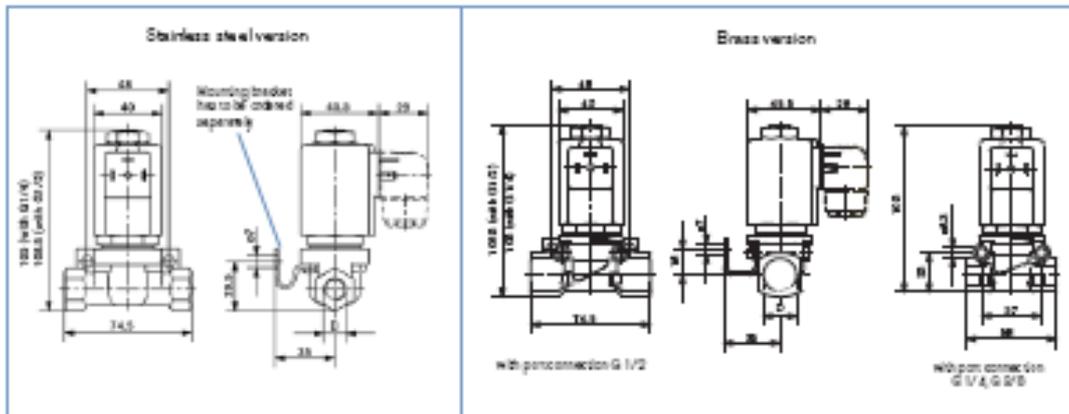
Ordering chart for valves (other versions on request)

All valves with stainless steel 1.4581 bodies and cable plug

Circuit function	Orifice [mm]	Port connection [D]	No. valve water [ml/h]	Pressure range for gases [bar]	Pressure range for liquids [bar]	Seal material	Voltage/frequency [V/Hz]	Item no.
 3/2-way valve NC	1.0	G 1/4	0.03	0 - 100	0 - 100	PTFE	024/50	078 420
		G 1/2	0.25	0 - 10	0 - 10	PTFE	024/DC	021 554
	3.0	G 1/2	0.25	0 - 25	0 - 16	PTFE	024/50	059 354
		23.0/50	055 506					
	4.0	G 1/4	0.5	0 - 4	0 - 4	PTFE	024/DC	021 351
		G 1/2	0.5	0 - 4	0 - 4	PTFE	024/DC	055 554
	5.0	G 1/4	0.65	0 - 20	0 - 20	PTFE	024/UC	056 935 ¹⁾
							PTFE	019 991
		11.0/50	055 924					
		23.0/50	025 350					
	6.0	G 1/2	0.8	0 - 1	0 - 1	PTFE	024/DC	023 504
							PTFE	053 559
11.0/50		057 990						
23.0/50		054 511						

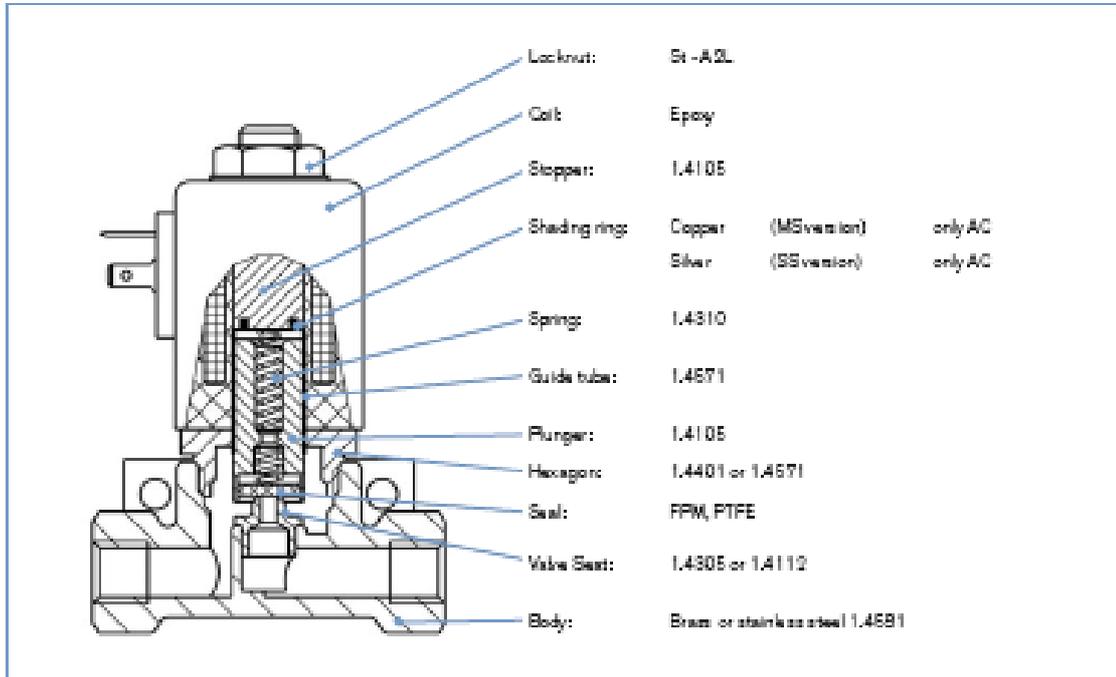
¹⁾ Coil with high-performance electronics (30W brushless motor)
 Note: The pressure rates for liquid are shown on the rating plate!

Dimensions [mm]



0255

Materials



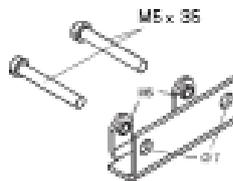
DTS 1000010817 EN Version: 0 Status: PL (released Designstage: 1 valve) (since: 20.06.2008)

Mounting set

- 2 M5 x 35 cheater head screws
- 1 mounting bracket

Valve mounted using mounting kit
Refer to the dimensional drawings for the valve

87 mm separation between the M5 threaded holes
48 mm separation between the Ø7 bores



Item no. 151 287

(only for brass body versions)
Mounting set for stainless steel versions on request

To find your nearest Burkert facility, click on the orange box → www.burkert.com

In case of special application conditions,
please consult for advice.

We reserve the right to make technical
changes without notice.

04_2005_C_00021014

Hoja de datos 3. UNIDAD DE MANTENIMIENTO

Unidades de mantenimiento, serie D, ejecución de polímero

FESTO



- Unidades individuales de polímero de alto rendimiento, con conexiones robustas
- Combinables con los componentes de la serie de unidades de mantenimiento D, ejecución metálica
- Conexiones: G 1/6, G 1/4
- Plazos de entrega muy cortos, disponible en almacén, montadas y controladas en fábrica



design award
2005



red dot design award
2005

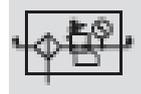
Unidades de filtro y regulador LFR, serie D, ejecución de polímero

FESTO

Ficha de datos

Función

Con mandatorio
Fuga de condensado
Manual con giro

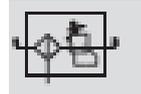


Senza mandatorio



Con mandatorio

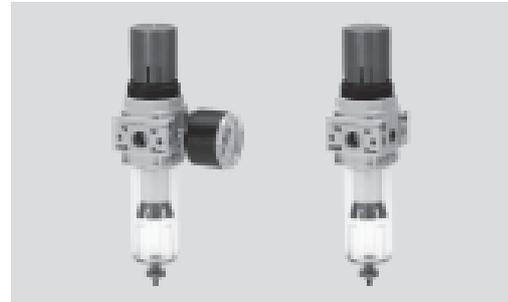
Fuga de condensado
Manual con giro



Senza mandatorio



- - Caudal
900 ... 1.200 l/min
- - Temperatura
-5 ... +50 °C
- - Presión de entrada
1,5 ... 10 bar



- Función de filtración y regulación en una sola unidad para ahorro espacio.
- Gran capacidad de retención de partículas y gran calidad.
- Buenas características de regulación en hidrosistemas pequeños.
- Con purga manual o automática del condensado.
- Ajuste de los valores de regulación mediante botón giratorio de resaca de
- A elegir entre cartuchos de 5 µm o 10 µm.
- Con cables de conexión Ø 3 / 1/8" G

Unidades de filtro y regulador LFR, serie D, ejecución de polímero

1.9

Datos técnicos generales		Midi	
Simbolo	Unidad	Con mandatorio	Senza mandatorio
Conexión nominal	G1/4	G1/4	G1/4
Material	Aluminio anodizado		
Construcción	Unidad de filtro y regulador, sin mandatorio	Unidad de filtro y regulador, sin mandatorio	
Función de regulación	Con mandatorio	Con mandatorio	
Tipo de fijación	Montaje en línea	Montaje en línea	
Posición de montaje	Vertical o 5°	Vertical o 5°	
Grado de filtración	[µm]	5 ó 10	5 ó 10
Presión máxima de trabajo	[bar]	10	10
Presión de entrada	[bar]	1,5 ... 10	1,5 ... 10
Alcance de regulación de la presión	[bar]	0,5 ... 7	0,5 ... 7
Indicación de purgado	Con mandatorio	G1/4 purgado	
Conexión para mandatorio	G1/4	G1/4	

Caudal nominal, agua 50 °C (l/min)		Midi	
Conexión nominal	Unidad	G1/4	G1/4
Grado de filtración	5 µm	≈ 900	≈ 1.000
	10 µm	≈ 900	≈ 1.000

1) Medición con presión de entrada de 10 bar y presión de salida de 1 bar.

Unidades de filtro y regulador LFR, serie D, ejecución de polímero



Hoja de datos

Condiciones de testeo:

Tamaño	Unidad	Unidad
Temperatura ambiente	[°C]	-5 ... +30
Temperatura del fluido	[°C]	-5 ... +30
Resistencia a la corrosión	[CIC ¹]	1

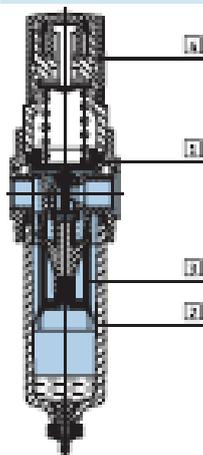
1) Clase de corrosión de acuerdo con la norma EN ISO 9222.
 1) Nota: para pruebas especiales consulte con el fabricante. Para más información consulte el manual de instrucciones de cada producto. Para más información consulte el manual de instrucciones de cada producto.

Peso [g]

Tamaño	Unidad
Unidad de filtro y regulador	300

Visión de la unidad

Visión de la unidad



Unidades de filtro y regulador	Unidad
1) Cuerpo	Polímero de alto rendimiento
2) Depósito	Polímero de alto rendimiento
3) Filtros	Polímero de alto rendimiento
4) Regulador de presión	Polímero de alto rendimiento
5) Tornillos	Acero inoxidable

Unidades de filtro y regulador LFR, serie D, ejecución de polímero



Hoja de datos

Dimensiones Datos CAD disponibles en: www.festo.com/es/eng/learning

Mini

44
74
100
110
160

41
H70x1.5
ø7.7

37
ø14

1
2

Con mandametro

Sin mandametro

Purga manual del condensado mediante dirección giratoria

Purga automática del condensado

1) Hoquilla para tubo flexible FCH4

2) Medida de instalación

➔ Señal del flujo

Tipo	D1
LFR 1600	G16
LFR 14 00	G14

Referencias

Alargado de regulación de la presión 0,5 ... 7 bar

Purga de condensado	Mando de	Conexión	Caudal de filtración (l/min)		Caudal de filtración (l/h)	
			IP art.	Tipo	IP art.	Tipo
Con mandametro						
Manual giratorio	Mini	G16	139 407	LFR 16-00-7400-0000	119 003	LFR 16-00-70000
			139 408	LFR 16-00-7400-0000	119 001	LFR 16-00-70000
Automática	Mini	G16	139 409	LFR 16-00-7400-0000-H	119 004	LFR 16-00-70000-H
			139 410	LFR 16-00-7400-0000-H	119 002	LFR 16-00-70000-H
Sin mandametro						
Manual giratorio	Mini	G16	137 440	LFR 16-00-7400-0000-I	117 001	LFR 16-00-700000
			137 444	LFR 16-00-7400-0000-I	117 003	LFR 16-00-700000
Automática	Mini	G16	137 441	LFR 16-00-7400-0000-H-I	117 005	LFR 16-00-700000-H
			137 445	LFR 16-00-7400-0000-H-I	117 006	LFR 16-00-700000-H

Unidades de filtro y regulador LFR, serie D, ejecución de polímero



Código para el pedido:

	LFR	-	1/4	-	00	-	7	-	100	-	0	-	0000	-	11
Función de la línea															
LFR	Unidad de filtro y regulador														
Cantidad de unidades															
1/4	Presión 10/6														
1/4	Presión 10/4														
Serie															
00	Serie														
Margen de regulación de la presión															
7	0,5 - 7 bar														
Grado de filtración															
	100 µm														
100	5 µm														
Dimensiones															
	Con anillo de freno														
0	Sin anillo de freno														
Tamaño de															
0000															
Purga de condensado															
	Sin anillo de freno														
11	Con anillo de freno														

Hoja de datos 4. SENSOR DE PROXIMIDAD INDUCTIVO

PY Series Inductive Proximity Sensors



Miniature $\text{Ø}3$ (3 mm) and M4 (4 mm) stainless steel – DC

- Smallest self-contained inductive proximity sensor available on the U.S. market
- Eight models available
- Complete overload protection

- IP67 rated
- Stainless steel construction
- LED status indicator

PY Series M3 and M4 DC Inductive Proximity Sensor Selection Chart								
Part Number	Price	Size	Sensing Range	Housing	Output Style	Logic	Connection	Dimension
Standard Distance								
PY3-AN-3A	↔	3/16"	0.25" (6.35mm)	Stainless	N.O.	NPN	2m (6.57) analog cable	Figure 1
PY3-AP-3A	↔	3/16"				PNP	2m (6.57) analog cable	Figure 1
PY4-AN-3A	↔	4mm				NPN	2m (6.57) analog cable	Figure 2
PY4-AP-3A	↔	4mm				PNP	2m (6.57) analog cable	Figure 2
Extended Distance								
PY3-AN-3E	↔	3/16"	1.00" (25.40mm)	Stainless	N.O.	NPN	2m (6.57) analog cable	Figure 1
PY3-AP-3E	↔	3/16"				PNP	2m (6.57) analog cable	Figure 1
PY4-AN-3E	↔	4mm				NPN	2m (6.57) analog cable	Figure 2
PY4-AP-3E	↔	4mm				PNP	2m (6.57) analog cable	Figure 2

↔ See the label on the end

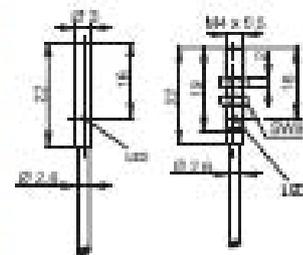
Specifications	M3	M4	ES	M4
	Standard Distance		Extended Distance	
Type	Standard			
Operating Distance	0.25" (6.35mm)		1.00" (25.40mm)	
Material Construction Factors	**See Material Information table #1			
Disturbance Band	±10%			
Repeat Accuracy	±1%			
Operating Voltage	10-30VDC			
Logic	±10%			
No-load Supply Current	±10mA			
Load Current	±100mA			
Leakage Current	±10µA		±10µA	
Voltage Drop	±0.1V			
Output Type	NPN or PNP (N.O. only) 5-wire			
Switching Frequency	50Hz		50Hz	
(N) Time Delay Before Availability	10ms			
Input Voltage Reversal Protection	Up to 10VDC			
Input Power Polarity Reversal Protection	Yes			
Output Power Short-Circuit Protection	Yes (switch auto-returns after reset to 100ms)			
Temperature Range	-20° to 175°F (-4° to 150° C)			
Temperature Drift	10% or			
Protection Degree (IPN 40050)	IP67 (N)			
LED Indicator	Yellow (output energized)			
Housing Material	Stainless steel			
Sensing Face Material	Polycarbonate			
Tightening Torque	0.20in-lb (2.24N-cm)			
Weight	10g (0.35oz)		10g (0.35oz)	10g (0.35oz)

**See Material Information table #1 on page 17-18

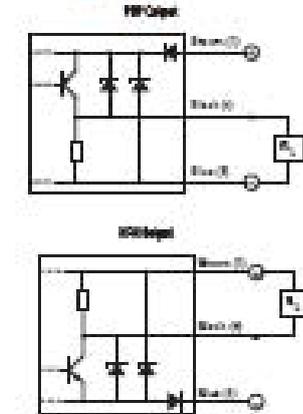
Dimensions

Figure 1

Figure 2



Wiring diagrams



Cables and Accessories
Cables and accessories can be found starting on page 17-48.

PD Series Inductive Proximity Sensors



Miniature M5 (5 mm) stainless steel – DC

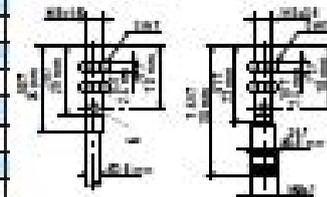
- Eight models available
- Stainless steel construction
- Available in M5 quick-disconnect models
- Complete overload protection
- IP67 rated
- Smallest self-contained inductive proximity sensor available on the U.S. market
- LED status indicator

PD Series M5 DC Inductive Prox Selection Chart							
Part Number	Price	Switching Range	Mounting	Output Style	Light	Connection	Dimensions
Standard Distance							
PD-AP-3A	---	1.5mm (0.059")	Standard	NO	Red	3m (9.8') analog cable	Figure 1
PD-AP-3I	---					3m (9.8') analog cable	Figure 1
PD-AP-3F	---					NO (5mm) connector	Figure 2
PD-AP-3E	---					NO (5mm) connector	Figure 2
Extended Distance							
PD-AP-3A	---	1.5mm (0.059")	Standard	NO	Red	3m (9.8') analog cable	Figure 1
PD-AP-3I	---					3m (9.8') analog cable	Figure 1
PD-AP-3F	---					NO (5mm) connector	Figure 2
PD-AP-3E	---					NO (5mm) connector	Figure 2

Dimensions

Figure 1

Figure 2

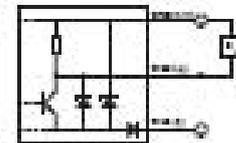


Specifications		
Specification	Standard Distance Models	Extended Distance Models
Type	Standard	
Operating Distance	3.0mm (0.118")	1.5mm (0.059")
Material Selection Feature	*See Material Information table #1	
Operational Time	at 10%	
Repeat Accuracy	at 1.5%	
Operating Voltage	10-30VDC	
Response	at 10%	
No-load Supply Current	at 10mA	
Load Current	at 100mA	
Leakage Current	at 10µA	at 10mA
Voltage Drop	at 0.1V	
Output Type	NPN or PNP/NO or NC/NO	
Switching Frequency	50% ¹	10% ¹
Off Time Delay Before Availability	10ms	
Input Voltage Reverse Protection	Up to 30VDC	
Input Power Polarity Reverse Protection	Yes	
Output Power Short-Circuit Protection	Yes (switch substrate that output is removed)	
Temperature Range	-25° to +75° C (-13° to 167° F)	
Temperature SHT	100 Hr	
Protection Degree (IP Rating)	IP 67	
LED Indication	Yellow (output energized)	
Mounting Material	Stainless steel	
Mounting Face Material	307	304/316
Typical Weight	1.5mm (0.118")	
Weight (with cable assembly)	4g (1.12oz) (0.14oz)	3g (1.10oz) (0.11oz)

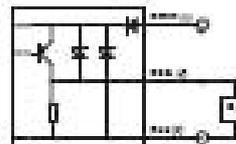
¹See Material Information table #1 on page 17-21.

Wiring diagrams

NPN Output



PNP Output



Off Connector



Cables and Accessories

Cables and accessories can be found starting on page 17-48.

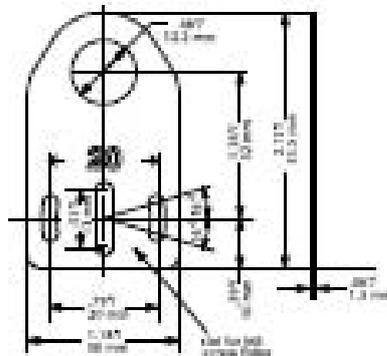
Accessories: Adapter, Mounting Brackets

ST12A metal axial bracket

For mounting M12 (12 mm) sensors. Has two mounting holes (use 3 mm screws) and allows the rotation of an optical axis for right-beam-angle adapter sensors. Hexagonal nuts not included.



(1 per pack)

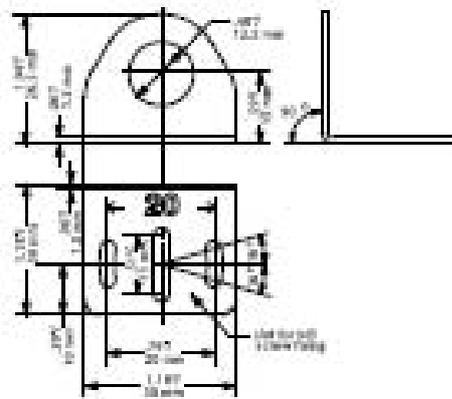


ST12C metal right-angle bracket

Metal angular mounting bracket for use with M12 (12 mm) sensors. Has two mounting holes (use 3 mm screws) and allows the rotation of an optical axis for axial sensors. Hexagonal nuts not included.



(1 per pack)

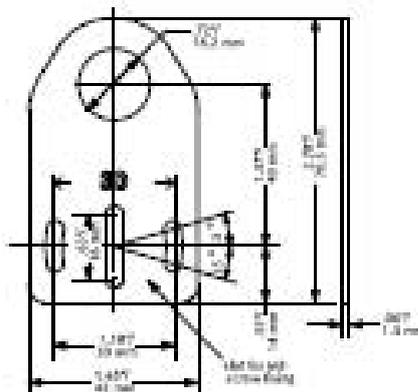


ST18A axial bracket

Metal mounting bracket for M18 (18 mm) sensors. Has two mounting holes (use 4 mm screws) and allows the rotation of an optical axis for right-beam-angle-adapter sensors. Hexagonal nuts not included.



(1 per pack)

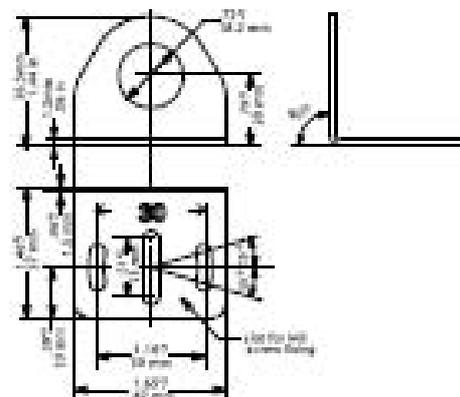


ST18C metal right-angle bracket

Metal angular mounting bracket for M18 (18 mm) sensors. Has two mounting holes (use 4 mm screws) and allows the rotation of an optical axis for axial sensors. Hexagonal nuts not included.



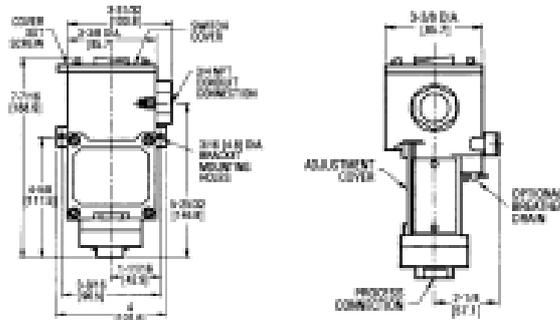
(1 per pack)



Hoja de datos 5. SWITCH DE PRESIÓN



Bulletin IN-1100 Series SA1100 Pressure Switches Weatherproof, Explosion-Proof Specifications - Installation and Operating Instructions



Series SA1100 Pressure Switch has actuate one or two single pole, double throw (SPDT) snap switches in response to increasing or decreasing pressure of compatible gases or liquids. Three field adjustable operating ranges are available allowing set-points up to 500 psig (35 kg/cm²). All models are weather-proof and suitable for hazardous locations as detailed in the chart at lower right. Read and understand these instructions completely before proceeding with installation or operation.

SPECIFICATIONS
Temperature Limits: -30 to 130°F (-35° to 52°C) standard, ATEX compliant at Ambient Temperature -4 to 157°F (-20 to 75°C) Process Temperature: -4 to 167°F (-20 to 75°C).
Maximum Operating Pressure: 1,200 psig (82.6 bar).
Maximum Pressure Without Bursting: 3,000 psig (210 kg/cm²).
Process Connection: 1/4" or 1/2" female NPT.
Electrical Rating: SPDT or DPDT contacts rated 15A @ 125/250/480 VAC (N-), 1/8 HP @ 125 VAC (N-), 1/4 HP @ 250 VAC (N-), 1/2A @ 125 VDC (N-) resistive, 1/4A @ 250 VDC (N-) resistive.
Wiring Connections: 3 screw type.
Conduit Connection: 3/4" female NPT.
Setpoint Adjustment: 7/16" hex nut, field adjustable.
Housing Material: Die-cast aluminum.
Finish: Textured gray polyurethane.
Connection Material: Aluminum, brass or 316SS.
Diaphragm: Buna-N or fluorocarbon.
Weight: 3 1/2 lbs. (1.59 kg).
Enclosure Rating: Weatherproof and Explosion-proof. Listed with UL and CSA for Class I, Groups B, C and D; Class II Groups E, F and G; UL-NEMA 4X, CSA-NEMA 4, ATEX Compliant c/c 0344 @ I 2/G EEX d II C T5 Process Temperature $\le 75^{\circ}\text{C}$. Type Certificate No.: KEMA 04ATEX2185. IP66 without drain and IP 54 with drain.

MODEL CHART - SERIES SA1100

Example	SA11	10	S	A	+	E	1		
Construction	SA11								SA1100-A1-40 Pressure Control, weatherproof, NEMA 4X, explosion-proof NEMA 7 A-2, aluminum process chamber, Buna-N diaphragm and O-ring, 1/4" female NPT process connection, adjustable deadband, automatic reset, SPDT snap acting switch, adjustable range 30-500 psig
Adjustable Pressure Ranges		11 10 20							Series Designator: weather proof NEMA 4X, explosion-proof NEMA 7, 9 10 - 100 psig (7.0 - 7.0 bar) 20 - 200 psig (1.4 - 17.2 bar) 30 - 500 psig (2.0 - 34.5 bar)
Circuit (Switching) Options			H HG						Snap action switch rated 15A @ 125/250/480 VAC, 1/8 HP @ 125 VAC 1/4 HP @ 250 VAC, 1/2 A @ 125 VDC resistive, 1/4 A @ 250 VDC resistive Hermetically sealed snap action switch rated 5 A @ 125/250 VAC, 5 A resistive @ 30 VDC* Hermetically sealed snap action switch with gold contacts rated 1 A @ 125 VAC, 1 A resistive @ 30 VDC*
Pressure Chamber Material				A B S					Aluminum Brass 316SS
Diaphragm Material					+				Buna-N diaphragm and O-ring Fluorocarbon diaphragm and O-ring
Circuit (Switch) Type						H L			DPDT (not available with HG or HJ switch options)
Process Connection							1 2		1/4" female NPT 1/2" female NPT
Options								AT DR	ATEX certified construction Housing with drain - allows condensate to be drained from inside enclosure (meets NEMA 4X instead of 4X)

* Options that do not have ATEX

Aluminum - Units without the "AT" suffix are not Directive 94/92 (ATEX) compliant. These units are not intended for use in potentially hazardous atmospheres in the EU. These units may be CE marked for other Regions of the EU.

INSTALLATION

1. Location: Select a location where the temperature limits of -30 to 180°F (-35 to 82°C). For standard units and -4 to 167°F (-20 to 75°C) for ATEX units will not be exceeded. Locate the switch as close as possible to the pressure source for best response. Long lengths of piping will not affect the accuracy of the actuation point but will increase response time.

2. Mounting: Avoid mounting surfaces with excess vibration which could cause false actuation when pressure is near setpoint. Attach switch with two 3/16" screws or bolts (not included) through mounting bracket. The switch must be mounted within 20° of vertical for proper operation.

3. Pressure Connection: The pressure connection is standard 1/4" or 1/2" female NPT. Pipe joint sealing material should be used to insure a pressure tight joint.

4. Electrical Connections: One or two SPDT snap switches are provided, each with normally open contacts closing and normally closed contacts opening when pressure increases beyond the high setpoint. The contacts reverse, returning to their "normal" condition when pressure decreases below the low setpoint. Wire in accordance with local electrical codes.

For convenience, two ground screws are provided. One is located inside the housing and the other on the exterior, adjacent to the 3/4" NPT conduit connection. Internal grounding terminal must be used for equipment grounding and the external terminal is for a supplementary bonding connection where local codes or authorities permit or requires such connection. Replace cover after wiring connections are complete.

EC-TYPE CERTIFICATE INSTALLATION INSTRUCTIONS

Cable Connection

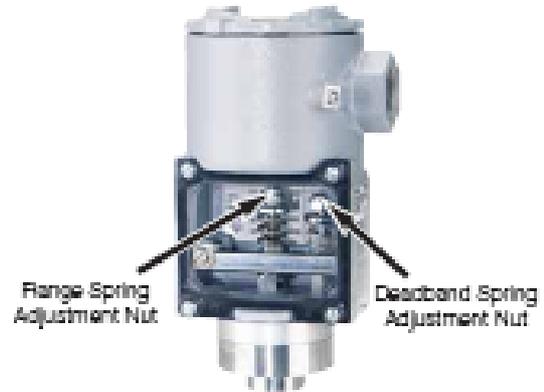
The cable entry device shall be an EEx d certified cable gland suitable for conditions of use and correctly installed. The certified cable gland and cable shall be rated for a minimum temperature of 80°C.

Conduit Connection

An EEx d certified seal device such as a conduit seal with setting compound suitable for conditions of use and correctly installed shall be provided immediately to the entrance of the electrical housing. The certified conduit seal and setting compound and cable shall be rated for a minimum temperature of 80°C.

All wiring, conduit and enclosures must meet applicable codes for hazardous areas. Conduits and enclosures must be properly sealed. For outdoor or other locations where temperatures vary widely, precautions should be taken to prevent condensation inside switch or enclosure. Electrical components must be kept dry at all times.

CAUTION: To prevent ignition of hazardous atmospheres, disconnect the device from the supply circuit before opening. Keep assemblies tightly closed when in use.



ADJUSTMENT

1. Determine the low and high setpoint pressures.
2. Connect tubing or piping from the pressure port on bottom to one leg of tee. Connect the second leg to a pressure gage of known accuracy and in an appropriate range. The third leg should be connected to a controllable source of pressure.
3. Connect a voltohmm meter or other droult tester to the snap switch terminals to indicate when switching occurs.
4. Slowly apply pressure to the system and note the pressure at which switch actuates. If adjustment is necessary, remove the clear plastic cover over the lower half of the switch. It is held in place by four machine screws.
5. Adjust the low setpoint first by using a 7/16" open end wrench on the left range spring adjustment nut. As viewed from above, turn nut clockwise to increase, counter-clockwise to decrease the low setpoint (deactuation point).
6. Adjust the high setpoint by turning the deadband spring adjustment nut, on right, clockwise to increase, counter-clockwise to decrease, the high setpoint (actuation point).
7. Operate the switch through several pressure cycles to confirm proper setpoint adjustment. Replace plastic cover.

MAINTENANCE

The moving parts of these switches need no maintenance or lubrication. The setpoint is the only user adjustment. On models with optional drain fitting, periodically rotate the small captive screw from side to side several times to keep drain path clear. Units in need of repair should be returned to the factory prepaid.

Warranty: The manufacturer warrants all devices to be free from defects in materials and workmanship for a period of one year from the date of shipment under the conditions specified herein. This warranty does not cover damage caused by misuse, abuse, or neglect, or by unauthorized repair or modification. The manufacturer's liability is limited to the repair or replacement of the device at no charge to the purchaser. This warranty does not cover consequential or incidental damages. The purchaser shall be responsible for the cost of shipping and handling charges. The purchaser shall be responsible for the cost of return shipping and handling charges. The purchaser shall be responsible for the cost of return shipping and handling charges. The purchaser shall be responsible for the cost of return shipping and handling charges.

Limitation of Remedies: In no event shall the manufacturer be liable for consequential or incidental damages, including lost profits, lost income, or any other special, punitive, or exemplary damages. The manufacturer's liability is limited to the repair or replacement of the device at no charge to the purchaser. This limitation of remedies shall apply to all claims, whether or not the device is repaired or replaced.

Force Majeure: THE BUYER'S OBLIGATION TO ACCEPT OR REJECT THE PERFORMANCE OF THE CONTRACTOR SHALL BE LIMITED TO THE EXTENT OF THE CONTRACTOR'S NEGLIGENCE OR GROSS NEGLIGENCE. THE BUYER'S OBLIGATION TO ACCEPT OR REJECT THE PERFORMANCE OF THE CONTRACTOR SHALL BE LIMITED TO THE EXTENT OF THE CONTRACTOR'S NEGLIGENCE OR GROSS NEGLIGENCE. THE BUYER'S OBLIGATION TO ACCEPT OR REJECT THE PERFORMANCE OF THE CONTRACTOR SHALL BE LIMITED TO THE EXTENT OF THE CONTRACTOR'S NEGLIGENCE OR GROSS NEGLIGENCE.

Hoja de datos 6. PLC TWIDO

Presentación

Autómata programable Twido Bases compactas



TWD LCoA 10DRF



TWD LCoA 16DRF



TWD LCoA 24DRF



TWD LCoA 40DRF

Presentación

La gama de autómatas programables compactos Twido ofrece una solución "todo en uno" con unas dimensiones reducidas: 60 a 157 x 90 x 70 mm. Existen ocho autómatas compactos, diferenciados por la capacidad de tratamiento y el número de entradas (24 V, de salida de relé y transistor) (10, 16, 24 y 40 entradas/salidas).

Estas bases compactas utilizan:

- Una alimentación de corriente alterna comprendida entre ~ 100 y 240 V (que garantiza la alimentación de 24 V de los captadores).
- O una alimentación de corriente continua comprendida entre 12,2 y 30 V (previendo una alimentación auxiliar externa para la alimentación de los captadores).

Este tipo de bases compactas presenta las siguientes ventajas:

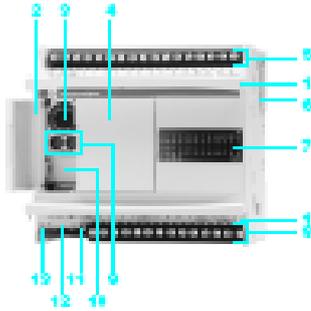
- Una cantidad significativa de entradas/salidas (hasta 40 entradas/salidas) agrupadas en muy poco espacio, lo que permite reducir el tamaño de las conexiones o de los cables en las aplicaciones donde el espacio ocupado resulta primordial.
- La posibilidad de ampliar y de añadir módulos opcionales ofrece al usuario el mismo grado de flexibilidad que las plataformas de autosistemas de mayor entidad. Las bases compactas de 24 entradas/salidas TWD LCoA 24DRF admiten hasta 4 módulos de ampliación de entradas/salidas TON y/o analógicas (que corresponde a una configuración de 64 entradas/salidas) y hasta 7 módulos para las bases compactas de 40 entradas/salidas TWD LCoA 40DRF, módulos opcionales, como visualizadores numéricos, cartucho de memoria, relojes calendario y un puerto de comunicación RS-485 o RS232C adicional.
- El autómata compacto aporta también una gran flexibilidad de cableado. Para las ampliaciones de entradas/salidas "Todo o Nada" (con las bases TWD LCoA 24DRF y TWD LCoA 40DRF) se ofrecen varias posibilidades de conexión, como borneros con tornillo desenchufables o conectores de tipo neorac que permiten realizar un cableado sencillo, rápido y seguro. El sistema de precableado Teletest permite conectar los módulos con conectores de tipo HE 10:
 - A los cables preequipados con hilos libres en uno de los extremos, que pueden conectarse directamente a los captadores/preaccionadores.
 - Al sistema de cableado Teletest para Twido (conjunto de cables de conexión y bases Teletest).
- El visualizador y la memoria que opcionalmente pueden conectarse a la base facilitan los procesos de ajuste, transferencia y grabación de las aplicaciones:
 - El visualizador numérico se puede utilizar como herramienta de visualización y de ajuste local.
 - La tecnología EEPROM de los cartuchos de memoria permite grabar y transferir programas en cualquier autómata compacto o modular Twido.
- Con el software TwidoSoft se puede programar fácilmente a partir de instrucciones en lenguaje lista de instrucciones o de elementos gráficos en lenguaje de contactos. Utiliza los mismos objetos y las mismas instrucciones que el software PL7-00, que sirve para programar los autómatas Nano. El software TwidoSoft permite trabajar con los autómatas Twido las aplicaciones existentes del autómata Nano, importando un fichero ASCII.
- La parte frontal de los autómatas compactos presenta 2 puntos de ajuste analógico (solo uno en las bases de 10 y 16 entradas/salidas).

Bases compactas	Entradas en 24 V	Salidas de relé	Ajuste analógico	Puertos serie	Ampliación de entradas/salidas	Módulo visualizador	Cartucho opcional
TWD LCoA 10DRF	8	4	1 pin de D...1.022	1 x RS-485	No	Si	1 ampliac. memoria relé, 1 ampliac. memoria o memoria
TWD LCoA 16DRF	8	7	1 pin de D...1.022	1 x RS-485, opcional 1 x RS-232C/485	No	Si	1 ampliac. memoria relé, 1 ampliac. memoria o memoria
TWD LCoA 24DRF	16	10	1 pin de D...1.022 1 pin de D...511	1 x RS-485, opcional 1 x RS-232C/485	Si, 4 como máx. (1)	Si	1 ampliac. memoria relé, 1 ampliac. memoria o memoria
TWD LCoA 40DRF	24	10 + 3 salidas de transistor fuerte	1 pin de D...1.022 1 pin de D...511	1 x RS-485, opcional 1 x RS-232C/485	Si, 7 como máx. (2)	Si	1 ampliac. memoria de memoria (3)

(1) Lo que equivale a 24 entradas/salidas como máximo, con módulos de ampliación de borneros con tornillo, incluidas 10 salidas de relé como máximo en las ampliaciones de entradas/salidas.
 (2) Se trata de 16 entradas/salidas como máximo, con módulos de extensión con bornero de tornillo.
 (3) 24 entradas/salidas como máximo, con módulos de ampliación con conector HE 10.
 (4) Relé calendario integrado.

Descripción

Autómata programable Twido Bases compactas



Descripción

Las bases de autómatas programables compactos Twido **TWD LCAe-40DRF** y **TWD LCAe-40DRF** incluyen:

- 1 Dos tapas giratorias que permiten acceder a las bases de conexión.
- 2 Una puerta de acceso giratoria.
- 3 Un conector de tipo mini DIN para puerto enlace serie RS485 (para conectar el terminal de programación).
- 4 Un amplazamiento (protegido con una tapa extraíble) para el visualizador numérico de diagnóstico/mantenimiento TWD XCP ODC.
- 5 Un borneo de tornillos para conectar los captadores de 24 V y para conectar los captadores de entradas.
- 6 Un conector para módulo de ampliación de entradas/salidas TWD Clea, TWD Aee y TWD NO110MG (4 módulos como máximo en las bases de 24 entradas/salidas y 7 módulos como máximo en las bases de 40 entradas/salidas).
- 7 Un bloque para visualizar:
 - El estado del autómata (FWD, RUN, ERR y STAT).
 - Las entradas y salidas (INe y OUTe).
- 8 Un borneo de tornillos para conectar los preaccionadores de las salidas.
- 9 Dos puntos de ajuste analógico (un solo punto en los modelos de 16 y 18 entradas/salidas).
- 10 Un conector para ampliar el 2.º puerto enlace serie RS232C/RS485 con el adaptador TWD NAC eee (en los modelos de 18 y 24 entradas/salidas).
- 11 Un borneo con tornillos para conectar la alimentación de red \sim 100...240 V o \approx 19,2...30 V.
- 12 Un conector (acceso por la parte inferior del autómata) para:
 - Cartucho de memoria TWD XCP MFK32 o reloj calendario TWD XCP RTC para bases TWD LCAe-40DRF.
 - Cartucho de memoria TWD XCP MFK34 y reloj calendario integrado TWD XCP RTC para bases TWD LCAe-40DRF.
- 13 Un conector tipo RJ45 (acceso por la parte inferior del módulo) para la conexión a la red Ethernet, sólo para base TWD LCAe-40DRF.

Las bases con pata se montan sobre perfil \sim simétrico. El kit de fijación TWD XMT5 (jote de 5) también se puede montar sobre placa o sobre panel (2 orificios Ø 4,5).

Características

Autómata programable Twido

Bases compactas

Características de las bases compactas				
Temperatura		°C	Funcionamiento: 0...+55. Almacenamiento: -25...+70	
Humedad relativa			Del 5% al 95%, sin condensación	
Grado de protección			IP20	
MTBF	Funcionamiento	hrs	1...20000	
	Almacenamiento	hrs	1...20000	
Resistencia a las vibraciones	Muestreo sobre perfil L _{1,r}	Hz	10...127, amplitud 0,055 mm, aceleración 0,7...160 Hz	
		ms ²	5,8 (H/g)	
	Muestreo sobre placa o panel (con el kit de fijación TWD-DMT2)	Hz	2...25, amplitud 1,5 mm, aceleración 25...400 Hz	
		ms ²	33,8 (H/g)	
Resistencia a los choques		ms ²	120 (15 g) duración 11 ms	
Materia de seguridad	Elementos protegidos		RAM interna, variables internas, bits y palabras internas, temporizadores, contadores, registros de diagnóstico, etc.	
	Autonomía		Aproximadamente de 30 a 25 °C después de cambiar integralmente la batería	
	Tipo de batería		Acumulador de litio no intercambiable Pila externa opcional para TWD LCAe-400RF	
	Tiempo de recarga		h	Aproximadamente 16 para el 90% de la capacidad
	Duración			10 años y 9 años con pila externa para TWD LCAe-200RF
Tipo bitario			TWD LCAe-400RF TWD LCAe-160RF TWD LCAe-540RF TWD LCAe-400RF	
Número de entradas = 24 V			6 9 14 24	
Número y tipo de salidas			2 relé 7 relé 10 relé 14 relé + 2 transistores	
Conexión de las entradas/salidas			Conexión con terminal desenchufable	
Aplicaciones de entradas/salidas	Número más de entradas		- 4 7	
	Número más de entradas/salidas		- 88162 (1) 132062 (1)	
	AS-Interface		- Gestión de equipos esclavos: 63 (TOR), 7 (analógico)	
Capacidad de la memoria de la aplicación			700 instrucciones 2.000 instrucciones 3.000 instrucciones 2.000 y 6.000 instrucciones con extensión de memoria	
Duración de ciclo	Tiempo de ejecución	ms	1 cada 1.000 instrucciones Egipta	
	Sistema Overheat	ms	1,5	
Memoria de datos	Bits internos		128 256	
	Palabras internas (2)		3003	
	Temporizadores (2)		63 128	
	Contadores (2)		128	
	Palabras de bits		- 51	
	Ecuaciones, trigonometría		- 20	
Alimentación	Tensión nominal		V ~110...240 (para TWD LCAe), ~24 (para TWD LCA)	
	Voltaje interno ~110...240 V		V ~16...24	
	Voltaje interno ~24 V		V ~16,2...20	
	Corriente máxima de línea		A 36 40 45	
	Alimentación de los capacitores = 24 V		ms 200	
Potencia máxima necesaria	~110 V	VA	30 32 33 (base con 4 aplicaciones de I/O) 77	
	~240 V	VA	30 31 33 (base con 4 aplicaciones de I/O) 110	
Comunicación				
Función			Entrada serie / integrado	
Tipo de puerto			Adaptador de interfaz serie opcional (3)	
Interfaz máxima		Bits/seg	RS-485 RS-485, con adaptador TWD NAC-1320 RS-485, con adaptador TWD NAC-485a	
Mantenimiento entre el control interno y el puerto serie			Sin cable	
Conexión del terminal de programación			Terminal / Hot-duplex No	
Protocolo de comunicación			Modo RTU / Modbus / Escudo, Modo caracteres ASCII	
Control de salida mediante "Parada Unit"			SI, ver pág. 44	
Funciones integradas				
Contaje	Número de vías		4 y 4 para TWD LCAe-400RF	
	Frecuencia		3 vías a 5 kHz (función FCI), 1 vía a 20 kHz (función VFC)	
	Capacidad		10 bits FCI, 32 bits VFC para las versiones v-2.5	
Modulismo (para bases TWD LCAe-400RF)	Número de vías		2	
	Frecuencia		kHz 7	
Fórmula			PWM, salida con modulación de amplitud de impulsos, PLS, salida con generador de impulsos	
Regulación (ADC)		Base de 20 bits y 20 bits	Para los autómatas de la versión v-2.1	
Tratamiento con averías		Base de 20 bits y 20 bits	Para los autómatas de la versión v-2.1	
Punto de ajuste analógico		Base de 10 bits y 14 bits	1 punto ajustable de 0...1.023 puntos	
		Base de 20 bits y 20 bits	1 punto ajustable de 0...1.023 puntos + 1 punto ajustable de 0...511 puntos	

(1) El primer valor corresponde al número máximo de entradas/salidas (para y aplicación) con módulo de ampliación de bornes con terminal o de reserva; el segundo, con módulo de ampliación con conexión I-E 1.1.

(2) Los valores máximos no son acumulables.

(3) Con bases de 16 entradas/salidas TWD LCAe-160RF y bases de 24 entradas/salidas TWD LCAe-400RF.

Características
(continuación)

Autómata programable Twido
Bases compactas

Características de las entradas mm						
Tipo lógico		TWD LCAe 100PF	TWD LCAe 160PF	TWD LCAe 240PF	TWD LCAe 400PF	TWD LCAe 600PF
Número de vías de entrada		8	8	14	24	
Tensión nominal de entrada		V \approx 24 sin fase (lógica positiva o negativa)				
Conexión		1				
Valores límites de entrada		V \approx 20 a 28 V				
Corrientes nominal de entrada		11 mA para IO 0 a IO 1, 7 mA para otras entradas (IO 1)				
Impedancia de entrada		2,1 k Ω para IO 0 a IO 1, 9,8 k Ω para otras entradas (IO 1)				
Tiempo de filtrado		Entrada 1: 50 μ s + filtrado programado para IO 0...IO 6, 80 μ s + filtrado programado para otras entradas (IO)				
Muestreo		20 μ s + filtrado programado para IO 0...IO 6, 100 μ s + filtrado programado para otras entradas (IO)				
Mantenimiento		Sin aislamiento entre vías, aislamiento con lógica interna mediante fotocopuladores				
Características de las salidas						
Número de vías de salida		8	7	10	16 (16 relés + 2 transistores)	
Corrientes de salida		A 2 por vía, 8 por común				
Conexión		Común 0: 8 contactos NA Común 1: 1 contacto NA Común 2: - Común 3: - Común 4: - Común 5: - Común 6: -				
Carga de conmutación máxima		mA 1000V \approx (valor de referencia)				
Resistencia del contacto (nuevo)		m Ω 30 máx.				
Cargas (regimen de trabajo, inductivo)		2 A @ 220V o 2 A @ 30V (con 1 000 inductores relés/Accu); - Dirección de vida eléctrica: 100 000 maniobras como mínima - Dirección de vida mecánica: 20 x 10 ⁶ maniobras como mínima				
Tensión eficaz de aislamiento		V \approx 1.000 durante 1 minuto				
Consumo para todas las salidas		Entrada 0 \approx 5 V \approx 22 V	mA 5 -	5 -	5 -	20 5
		Entrada 1 \approx 5 V \approx 24 V	mA 24 26	20 22	26 25	20 128
		Entrada 1 \approx 5 V + entradas activas \approx 22 V	mA - -	- -	- -	120 128
Reloj calendario (opciona) (1)(2)						
Precisión		años \pm de 30 a 25 10				
Autonomía		días Aproximadamente de 20 a 25 10 después de cambiar integralmente la batería				
Tipo de batería		Acumulador de litio no intercambiable Pila externa opcional para TWD LCAe 600PF				
Tiempo de recarga de batería		h Aproximadamente 10 para el 0...50 % de la carga total 10 años y 3 años con pila externa para TWD LCAe 600PF				
Memoria (opciona) (3)						
Tipo de cartucho		TWD XCP MF22		TWD XCP MF24		
Tipo de memoria		EEPROM				
Capacidad de la memoria		kb 16		14		
Grabación/eliminación de programas y palabras internas		Si				
Amplitud del menú o del programa		No		1.000 instrucciones con bases compactas TWD LCAe 600PF		

(1) Las bases compactas TWD LCAe 100PF/160PF/240PF sólo disponen de un amplificador, por lo que estos cartuchos son estrictamente análogos.
 (2) Cartucho de reloj calendario integrado para las bases compactas TWD LCAe 600PF.

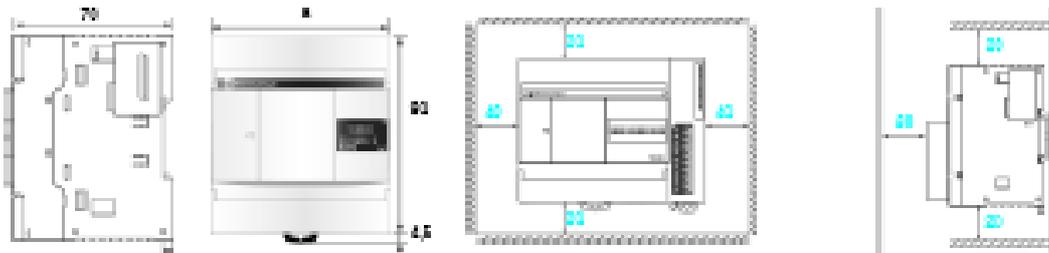
Dimensiones y conexiones

Autómata programable Twido Bases compactas

Dimensiones

TWD LCA_{AA} 100DRF/150 DRF/240PF y TWD LCA_{AA} 400PF

Normas de implantación



	a
TWD LCA _{AA} 100PF	60
TWD LCA _{AA} 150PF	60
TWD LCA _{AA} 240PF	66
TWD LCA _{AA} 400PF	107

Importante:

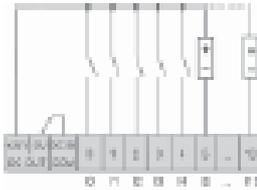
- Montaje vertical no permitido con temperaturas > 40 °C, montaje en plano "cabecera abajo" no permitido.
- Se recomienda no situar fuentes de calor debajo del submatriz (transformadores, fuentes de alimentación, conectores de potencia, etc.)

Conexiones

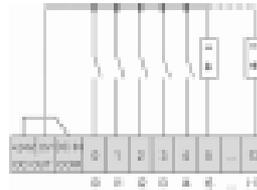
Conexiones de las entradas ≈ 24 V

TWD LCA_{AA} 100PF/150PF/240PF

Conexión con entradas sink (lógica positiva) y capacitores alimentados desde la base.

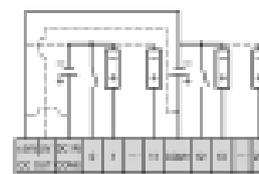


Conexión con entradas fuente (lógica negativa) y capacitores alimentados desde la base.

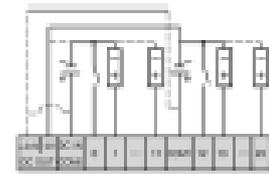


TWD LCA_{AA} 240PF

Conexión con entradas sink (lógica positiva) y capacitores alimentados desde la base.

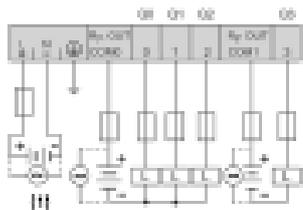


Conexión con entradas fuente (lógica negativa) y capacitores alimentados desde la base.

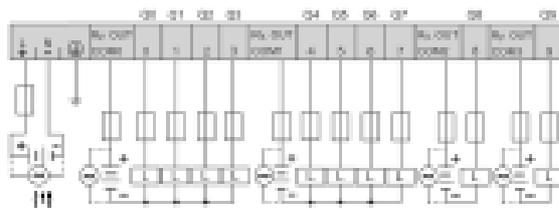


Conexión de las alimentaciones P_{in} 100...240 V, $\approx 19,2...20$ V y de las salidas de red

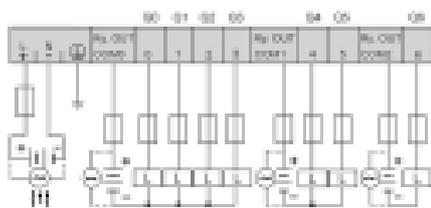
TWD LCA_{AA} 100PF



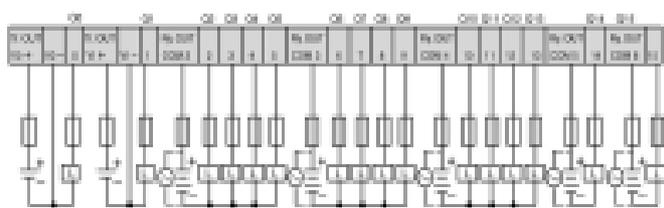
TWD LCA_{AA} 240PF



TWD LCA_{AA} 150PF



TWD LCA_{AA} 400PF (2)



[1] TWDLCAAA 400PF: $\approx 100...240$ V, TWDLCAAA 400DRF: $\approx 19,2...20$ V.

[2] Alimentación únicamente en $\approx 100...240$ V, idéntico a TWDLCAAA 400DRF.

Hoja de datos 7. MODULO DE ENTRADAS ANALÓGICAS

Guía de elección

Autómata programable Twido Módulos de entradas/salidas analógicas

Aplicaciones		Módulos de entrada analógica			
Tipo		2 entradas	4 entradas	8 entradas	8 entradas
Naturaleza		Tensión/corriente	Tensión/corriente Temperatura	Tensión/corriente	PTC/NTC
Conexión		Bornero con tornillos desenchufable			
Entrada	Rango	0...10 V (no dif. canales) 0...20 mA (diferenciales)	0...10 V (no diferenciales) 0...20 mA (diferenciales) Pt: 100/1000 Rt: 100/1000	0...10 V (no diferenciales) 0...20 mA (diferenciales)	-
	Resolución	10 bits (1.024 puntos)	12 bits (2.048 puntos)	18 bits (1.024 puntos)	
	Período de adquisición	32 ms + la duración de 1 ciclo del autómata	160 ms		
Salida	Rango				
	Resolución				
	Tiempo de transición				
Alimentación externa		Alimentación externa de los terminales/proteccionados con 24 V (salvo límite 20 A...20,8 V)			
Alimentación		Alimentación entre vías y tierra por fotoconductor			
Tipos de módulos de entradas/salidas analógicas		TWD AMI 2HT	TWD AMI 4LT	TWD AMI 8HT	TWD ARI 8HT
Página		33			

*Guía de elección
(continuación)*

Autómata programable Twido
Módulos de entradas/salidas analógicas

Módulo de salidas analógicas		Módulo mixto de entradas/salidas analógicas		Módulo maestro para el sistema de cableado AS-Interface	
1 salida	2 salidas	2 entradas/1 salida		<ul style="list-style-type: none"> ■ Para autómata de la versión > 2.1 ■ Gestión de equipos esclavos: <ul style="list-style-type: none"> □ Todo o Nada: 62 equipos como máx., organizados en 2 bancos A/B de 31 direcciones cada uno □ Analógico: 7 equipos como máx. en banco A ■ El perfil AS-Interface NO admite el perfil analógico 7.2 (7 esclavos), pero sí el perfil analógico 5-7.2 	
Tensión/corriente	Tensión	Tensión/corriente	Entrada de termopar/termopoda Salida tensión/corriente		
Rompeo con tornillos desmontable					
		0...10 V (no diferencial) 4...20 mA (diferencial)	Termopar de tipo K, J y T Termopoda de 3 hilos Pt100		
		12 bits (4.096 puntos)			
		32 ms + la duración de 1 ciclo del autómata	100 ms + la duración de 1 ciclo del autómata		
0...10 V 4...20 mA	0...10 V	0...10 V 4...20 mA			
12 bits (4.096 puntos)	11 bits + signo (2.048 puntos)	12 bits (4.096 puntos)			
32 ms + la duración de 1 ciclo del autómata	0,5 ms + la duración de 1 ciclo del autómata	32 ms + la duración de 1 ciclo del autómata			
TWD AMO 1HT	TWD AVO 2HT	TWD AMH 3HT	TWD ALM 3LT	TWD NOI 10MS	
30		30		30	

Presentación y descripción

Autómata programable Twido Módulos de entradas/salidas analógicas

Presentación

Los módulos de ampliación de entradas/salidas analógicas Twido permiten obtener diferentes valores analógicos presentes en las aplicaciones industriales.

Los módulos de salidas analógicas se utilizan para dirigir los accionadores en unidades físicas, como variadores de velocidad, válvulas y aplicaciones que requieran control de procesos. La corriente o la tensión en las salidas son proporcionales al valor numérico definido en el programa de usuario. Parando el autómata Twido, las salidas se pueden configurar para repliegarse (retorno al valor más bajo de la escala o mantenimiento en ese valor). Esta función, con mantenimiento del valor, se utiliza para poner a punto la aplicación o cuando se produce un fallo, para no interferir en el proceso dirigido.

Los 8 módulos de entradas/salidas analógicas se definen como sigue:

- Un módulo de 2 entradas 0...10 V, 4...20 mA.
- Un módulo de 4 entradas 0...10 V, 0...20 mA, Pt 100/1000, Ni 100/1000 rango 50...150 °C.
- Un módulo de 2 entradas 0...10 V, 0...20 mA.
- Un módulo de 2 entradas PTC/NTC.
- Un módulo de 1 salida 0...10 V, 4...20 mA.
- Un módulo de 2 salidas ±10 V.
- Un módulo mixto de 2 entradas 0...10 V, 4...20 mA y 1 salida 0...10 V, 4...20 mA.
- Un módulo mixto de 2 entradas de termopar o termocoupla y 1 salida 0...10 V, 4...20 mA.

Las extensiones de los módulos analógicos Twido ofrecen una resolución de 10 bits, 11 bits + signo y 12 bits, con conexión mediante bornero con tornillo desenchufable. Es necesario instalar una alimentación externa (1) de 24 V para cada módulo analógico.

Al igual que los módulos de entradas/salidas TON, los módulos de entradas/salidas analógicas se pueden conectar a la base del autómata apilándolos sobre su perfil ϵ_{17} , partiendo de la parte lateral derecha de las bases y siguiendo las siguientes normas:

- Bases compactas 24 E/S, TWD LCA-A 24DRF: 4 módulos como máximo (ver las características en pág. 6).
- Bases compactas 40 E/S, TWD LCA-A 40DRF: 7 módulos como máximo (ver las características en pág. 6).
- Bases modulares 20 E/S, TWD LMDA 20DeK: 4 módulos como máximo (ver las características en pág. 10).
- Bases modulares de 40 E/S, TWD LMDA 20DRT/40DeK: 7 módulos como máximo (ver las características en pág. 10).

Los elementos electrónicos internos y las vías de entradas/salidas de todos los módulos de entradas/salidas analógicas están aislados mediante fotoacoplador.

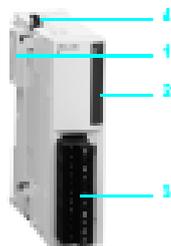
Descripción

Los módulos de entradas/salidas analógicas Twido incluyen:

- 1 Un conector de ampliación para conectarse con el módulo anterior (1).
- 2 Un bloque de visualización de diagnóstico de las vías y del módulo.
- 3 Un bornero con tornillo desenchufable para conectar la fuente de alimentación externa (1) 24 V, de los captadores y accionadores.
- 4 Un dispositivo mecánico de anclamiento al módulo anterior.

Estos módulos se montan sobre perfil ϵ_{17} simétrico. Con el kit de fijación TWD XMT 5 (ota. de 5) también se pueden montar sobre placa o sobre panel.

(1) La parte lateral derecha presenta un conector que permite conectar el módulo de entradas/salidas siguientes.



Características

Autómata programable Twido
Módulos de entradas/salidas analógicas

Características generales			
Temperatura	°C	Funcionamiento: 0...+55. Almacenamiento: -25...+70	
Humedad relativa		Del 30 al 90%, sin condensación	
Grado de protección		IP20	
Altitud	m	Funcionamiento: 0...2000. Almacenamiento: 0...2500	
Resistencia a las vibraciones: Montaje sobre perfil	Hz	10...20, amplitud 0,075 mm, aceleración 07...100 Hz	
	ms ²	9,8 (1 g)	
Resistencia a las vibraciones: Montaje sobre placa o panel (con el kit de fijación TACO XAM 5)	Hz	3...25, amplitud 1,6 mm, aceleración 25...100 Hz	
	ms ²	25,2 (2 g)	
Resistencia a los choques	ms ²	10 ³ (10 g) duración 11 ms	
Características de las entradas analógicas			
Tipo de módulo		TWO AMI2HT/MMI HT	
Número de vías		2 entradas de alto nivel	
Tipo		Diferencial	
Resolución		12 bits (13 pines)	
Valor LSB		0,005 °C	
Conexión		Terminal con tornillos desenchufable	
Sobrecarga permitida permitida		+10 V, 20 mA	
Alimentación externa		Y	
Impedancia de entrada		1 MΩ como mínimo	
Duración máxima de inactividad		10 ms	
Repetición de inactividad		10 ms	
Período de inactividad		20 + la duración de 1 ciclo del autómata	
Precisión de medida		± 0,2	
Incidencia de la temperatura		± 0,004	
Repetibilidad (con el tiempo de estabilización)		± 0,1	
No linealidad		± 0,2	
Error total		± 1	
Rechazo en modo común		-20 dB	
Ruido		2 bits de peso débil como máximo	
Cableado		Por separado blindado recomendado	
Rigidez dieléctrica		Val. < 500 entre la entrada y el circuito de alimentación	
Tipo de protección		Fotocapteur entre la entrada y el circuito interno	
Consumo		Alimentación interna: 5 V, 50 mA	
		Alimentación externa: 24 V, 40 mA	

Características
(continuación)

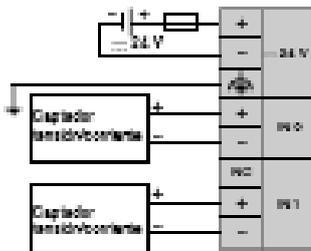
Autómata programable Twido
Módulos de entradas/salidas analógicas

Características de las entradas analógicas (continuación)								
Tipo de módulo		TWD AMO A/T			TWD AMO B/T		TWD AMO BHT	
Número de vías		4 entradas			2 entradas		2 entradas	
Gama		Temperatura PT100, PT1000, RTD, RTD20	Corriente 0...20 mA	Tensión 0...10 V	Temperatura NTC, PTC, 100 Ω/Rx10 kΩ	Corriente 0...20 mA	Tensión 0...10 V	
Tipo		Diferencial	No diferencial		Diferencial	No diferencial		
Resolución		12 bits			10 bits			
Valor LSS		-			2 mV	20 µA		
Conexión		Conexión con tornillos desenchufable						
Sobrecarga permanente permitida		-			10 V	20 mA		10 V
Alimentación externa		V						
Impedancia de entrada		>1 MΩ			20 Ω	1 MΩ		
Capacitancia máxima del mensajero		res			100			
Repetición del mensajero		res			2	2		
Periodo de adquisición		res			200 + la duración de 1 ciclo del autómata			
Precisión de medida		Error máximo a 25 °C		%FS	0,5			
Consumo		Alimentación interna ... 5 V		res	60			
		Alimentación externa ... 24 V		res	60			
Carga aplicable		-						
Rigidez eléctrica		2500 V entre las entradas y el circuito interno						
Características de las salidas analógicas								
Tipo de módulo		TWD AVO 1HT & MM BHT/AM B/RT			TWD AVO 2HT			
Número de vías		1 salida			2 salidas			
Gama		Tensión 0...10 V			Corriente 0...20 mA			
Resolución		2.048 incrementos (12 bits)			11 bits + signo			
Valor LSS		2,5 mV			2 µA			
Impedancia de carga		Ω			2.000 mín.			
Carga aplicable		Resistiva						
Tiempo de estabilización		res			20			
Tiempo de recuperación		res			20 + la duración de 1 ciclo del autómata			
Alimentación externa		V						
Precisión de medida		Error máximo a 25 °C		%FS	± 0,5			
		Influencia de la temperatura		% PC/°C	± 0,015			
		Capacidad tras el tiempo de estabilización		%FS	± 0,5			
		Error de salida		%FS	± 1			
		No linealidad		%FS	± 0,2			
		Ondulación de salida		%FS	1 bit de peso débil como máximo			
		Error total		%FS	± 1			
Cableado		Por pines de conexión recomendados						
Rigidez eléctrica		V al. ... 200 entre la salida y el circuito de alimentación						
Consumo (para TWD AVO 1HT)		Alimentación interna ... 5 V		res	60			
		Alimentación externa ... 24 V		res	60			
Carga aplicable		-						
Rigidez eléctrica		-						
		2.500 V entre las salidas y el circuito interno						

Conexiones

Autómata programable Twido
Módulos de entradas/salidas analógicas

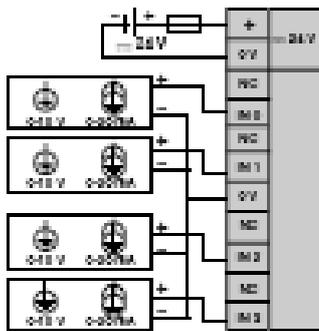
Módulos de entradas analógicas
TRD AM 24T



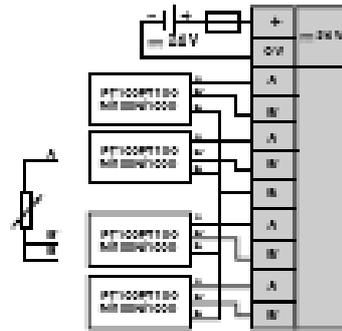
- Es posible se calibre según el tipo de capacitores utilizados.
- No conectar ningún cable en la fila inutilizada.

TRD AM 4LT

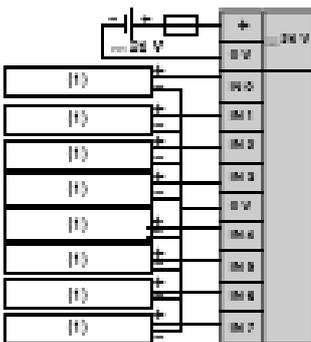
Configuración de la resistencia



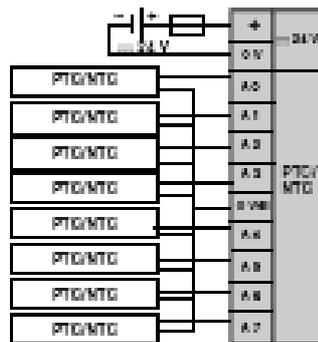
Configuración sonda de temperatura Pt 100/Pt 1000, Ni 100/Ni 1000



TRD AM 8HT



TRD AM 8HT



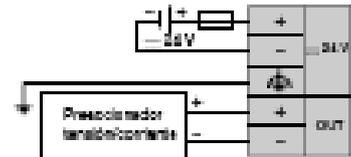
- (1) Patrón de cable de conexión analógica.
- Es posible se calibre según el tipo de capacitores utilizados.
 - No conectar ningún cable en la fila inutilizada.

Conexiones
(continuación)

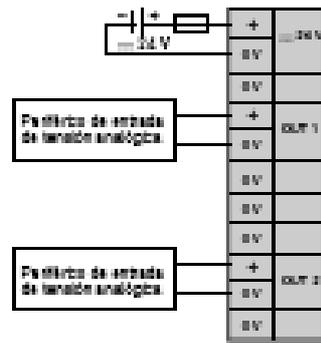
Autómata programable Twido
Módulos de entradas/salidas analógicas

Módulos de salidas analógicas

TWD AMO 1HT



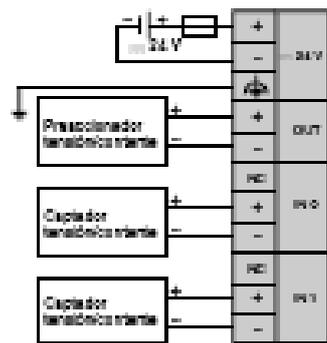
TWD AMO 2HT



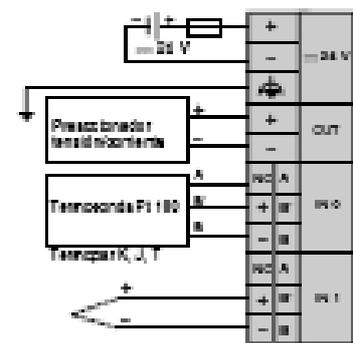
- El cable se calibra según el tipo de captadores utilizados.
- No conectar ningún cable en la vía inutilizada.

Módulo mixto de entrada/salida

TWD AMM 5HT



TWD AMM 5LT

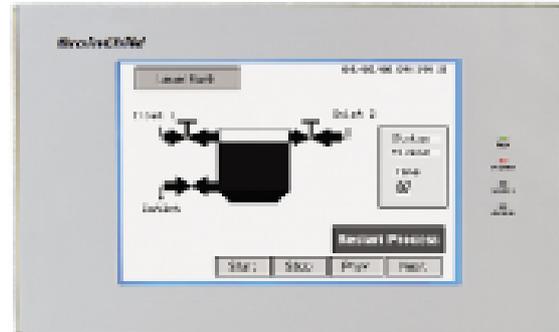


- El cable se calibra según el tipo de captadores y de preamplificadores.
- Para una termopenda Pt 100 3 hilos (RTD), conectar los tres hilos a las bornas A, B y C (vías IN 0 e IN 1).
- Para una termopenda Pt 100 2 hilos (RTD), conectar los dos hilos a las bornas A y B y realizar un puente entre B y C (vías IN 0 e IN 1).
- Para un termopar, conectar los dos hilos a las bornas + y - (vías IN 0 e IN 1).
- No conectar ningún cable en la vía inutilizada.

Hoja de datos 8. INTERFASE HMI

HMI 801

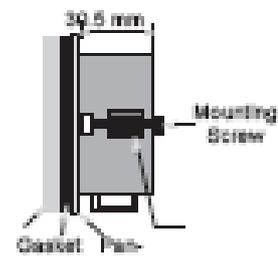
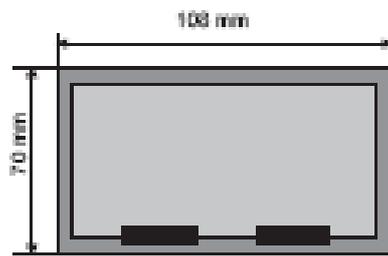
Power Supply	24VDC
Voltage Rating	24 VDC \pm 10%
Power Rating	10W Maximum
Approvals	CE /CSA Certified & UL Listed 50DN
Bezel	IP65 Rated
Memory	
Total Memory	4MB
Application Memory	3254KB
Ladder Memory	128KB
Data Register	1000
Retentive Register	1400
System Register	64
System Coil	100
Internal Coil	5000
Input Coil	100
Output Coil	100
Internal Register	313
Input Register	7
Output Register	7
Timer Register	128
Counter Register	178
Display	Monochrome Graphic Display
Display Type	5.7" STN CCFL QVGA Display
Display Resolution	320 X 240 Pixels
Touch Screen	Analog Resistive
Communication	
Number of Ports	2
Type	RS232 / RS485 / RS422 / CMOS



Miscellaneous	
External Dimension	139 H X 197 W X 55.5 D mm
Panel Cutout	154 mm x 126 mm
Battery	Coin Type, 3V Lithium Battery 614-CR1225PH
Battery Backup	Minimum 5 years battery backup for RTC and System data.
Operating Temperature	0 °C to 50 °C
Storage Temperature	-25 °C to 80 °C
Mounting Method	Panel Mounting
Clock(RTC)	Real Time Clock Function(Date & Time)
Humidity	10% To 90% (Noncondensing)
Immunity to ESD	Level 3 as per IEC1000-4-2
Immunity to Transients	Level 3 as per IEC1000-4-4
Immunity to Radiated RF	Level 3 as per IEC1000-4-3
Immunity to Conducted RF	Level 3 as per IEC1000-4-6
Emission	EN55011 CISPR A

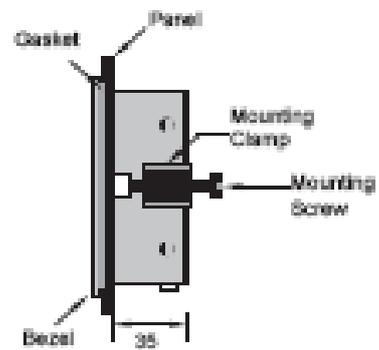
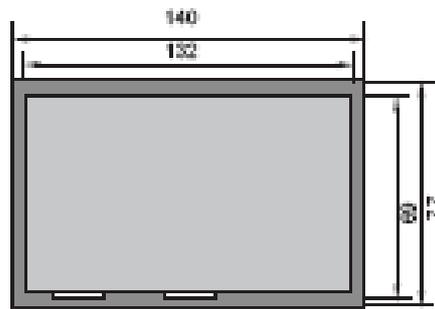
HMI 201

Panel cutout: 101.00 mm x 63.00 mm



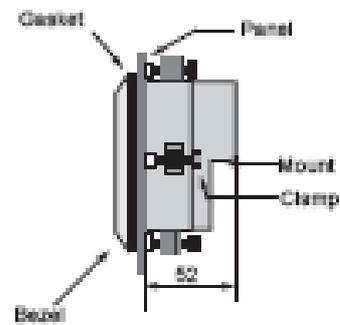
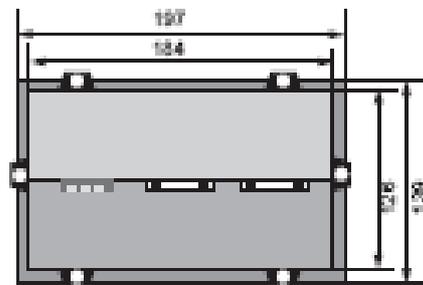
HMI 401

Panel cutout: 132 mm x 69 mm



HMI 801 and HMI 606

Panel cutout: 184 mm x 126 mm



Hoja de datos 9. FUENTE DE PODER



45W Single Output Industrial DIN Rail Power Supply

DR-45 series



Features :

- Universal AC Input/Full range
- Protection: Short circuit / Overload / Over voltage / Over temperature
- Cooling by free air convection
- Can be installed on DIN rail TS-05/7.5 or 15
- UL 508 industrial control equipment approved
- LED indicator for power on
- 100% full load burn-in test
- Flicker switching frequency at 100kHz
- 3 years warranty



SPECIFICATION

MODEL	DR-4506	DR-4512	DR-4515	DR-4524	
OUTPUT	DC VOLTAGE	6V	12V	15V	24V
	RATED CURRENT	5A	3.5A	3.0A	2A
	CURRENT RANGE	0~5A	0~3.5A	0~3.0A	0~2A
	RATED POWER	30W	42W	45W	48W
	RIPPLE & NOISE (max.) @ 100kHz	100mVpp	200mVpp	240mVpp	400mVpp
	VOLTAGE ADJ. RANGE	4.75~6.25V	11.0~13.0V	13.5~16.5V	23.0~26.0V
	VOLTAGE TOLERANCE (max.)	±1.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%
	LINE REGULATION	±1.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%
INPUT	LOAD REGULATION	±1.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%
	SETUP, RISE TIME	800ns, 40ns at 50VAC at full load			
	HOLD UP TIME (Typ.)	100ms at 30VAC at full load			
	VOLTAGE RANGE	90~264VAC	100~276VAC		
	FREQUENCY RANGE	47~60Hz			
	EFFICIENCY (Typ.)	72%	77%	77%	80%
	AC CURRENT (Typ.)	1.5A @ 90VAC	0.75A @ 100VAC		
	INRUSH CURRENT (Typ.)	COLD START: 20A @ 90VAC	20A @ 100VAC		
PROTECTION	LEAKAGE CURRENT	<1mA @ 240VAC			
	OVERLOAD	100~120% of rated output power			
	OVERVOLTAGE	Protection type : Constant current limiting, as con. vol. and con. time by after time constant is as noted 6.75~6.75V	13.0~16.5V	17.25~20.25V	27.0~33.0V
	OVERTEMPERATURE	Protection type : Shut off top voltage, clamping by power diode Tj 125°C (Typically) (TjE detect, cut back limit of power from 50% to 10%) Protection type : Shut down top voltage, as con. vol. and con. time by after time constant is as noted			
ENVIRONMENT	WORKING TEMP.	-10~+50°C (Relative to output load & cooling curve)			
	WORKING HUMIDITY	20~90% RH (non-condensing)			
	STORAGE TEMP., HUMIDITY	-30~+85°C, 10~90% RH			
SAFETY & EMC (Note 4)	TEMP. COEFFICIENT	±0.02%/°C (0~50°C)			
	VIBRATION	10~500Hz, 30~1000Hz (log. ch. period for 60min. each along X, Y, Z axes)			
	SAFETY STANDARD	UL508, ULV, EN60950-1 approved			
	WITHSTAND VOLTAGE	IP-OP: 3KVAC IP-PO: 15KVAC OP-PO: 65KVAC			
	ISOLATION RESISTANCE	IP-OP, IP-PO, OP-PO: 100M Ohm at 50VDC			
	EMI CONDUCTIVE RADIATION	Compliance to EN60917/EN60332-1 (UL94V-0) Class B			
OTHERS	HARMONIC CURRENT	Compliance to EN61000-3-2, 3			
	EMI IMMUNITY	Compliance to EN61000-4(2,3A,3AB,3C), EN61000-4(2,3), EN61000-4(3), EN61000-4(4), EN61000-4(5)			
	MTBF	30,400 hrs. min. (MIL-HDBK-217F @ 25°C)			
PACKING	DI MENSION	61.7 (W) x 30.8 (H) mm			
	WEIGHT	6.20kg / 46 pairs (W, Wg) 43 CLUT			
NOTE	1. All parameters NOT specially mentioned are measured at 50VAC input, rated load and 50°C of ambient temperature. 2. Ripple & noise are measured at 20MHz of bandwidth by using a 50 Ω terminated pairwire terminated with a 0.1uF 47V parallel capacitor. 3. Tolerance includes set up tolerance, line regulation and load regulation. 4. The power supply is considered a component which will be installed into a final equipment. The final equipment must be confirmed that it still meets EMC directives.				



45W Single Output Industrial DIN Rail Power Supply

DR-45 series

Mechanical Specification

Case No. PWA Unit:mm

Unit:mm (mm) (inch) (inch)

Terminal Pin No. Assignment

Pin No.	Assignment	Pin No.	Assignment
1	ACIN	6,7	DC OUTPUT(+V)
2	ACOM	8	EMF
3	PGND	9	+VREGU
4,5	DC OUTPUT(-V)		

Block Diagram

fsw: 1000Hz

Derating Curve

Static Characteristics (24V)

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPITULO I.....	1
GENERALIDADES	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 DEFINICION DEL PROBLEMA.....	1
1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	3
1.3.1 Justificación.....	3
1.3.2 Importancia	4
1.4 OBJETIVOS.....	5
1.4.1 Objetivo General	5
1.4.2 Objetivos Específicos.....	5
CAPITULO II.....	6
MÁQUINAS PURIFICADORAS.....	6
2.1 MÉTODOS DE PURIFICACIÓN DE ACEITE.....	6
2.1.1 Operaciones y procesos unitarios.....	6
2.1.2 Definiciones involucradas en los procesos de purificación de aceite.....	9
2.1.3 Factores que influyen en la separación	11
2.2 MÁQUINAS PURIFICADORAS DE ACEITE	12
2.2.1 Módulos de sistemas de decantación centrífuga.....	12
2.3 MÁQUINA PURIFICADORA MAPX207S-24S DE LAVAL.....	16
2.3.1 Clarificación.....	16
2.3.2 Purificación.....	17
2.3.4 Descarga total de Fango y Programa Combinado	21
CAPITULO III.....	31
INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE.....	31
3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE CONTROL	31
3.1.1 Descripción General del Proceso de Purificación de Aceite de la Central Térmica Guangopolo.....	31
3.1.2 Operación Actual del Proceso del Módulo de Purificación de Aceite MAPX207S-24S .	32
3.1.3 Diagrama de Flujo para la Operación Manual del Módulo de Purificación de Aceite MAPX207S-24S.....	37
3.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL	39
3.2.1 Condiciones Generales del Sistema de Control	39
3.2.2 Diseño del diagrama de procesos para el control automático del Módulo de Purificación de Aceite MAPX207S-24S.....	39

3.3	SELECCIÓN DE COMPONENTES	42
3.4	DIMENSIONAMIENTO Y ESPECIFICACIONES DE COMPONENTES	43
3.4.1	Válvulas.....	43
3.4.2	Instrumentación.....	45
3.4.3	Controlador y Módulos de expansión, Interfase HMI, Fuente de Alimentación y Preactuadores.....	47
3.4.4	Tubería y Accesorios para el montaje Mecánico.....	50
3.4.5	Cables, Terminales y Accesorios para Montaje Eléctrico	51
3.5	PLANOS DE INTERCONEXIÓN	52
3.5.1	Lógica de Diseño de Detalle	52
3.5.2	Diseño	53
3.5.3	Planos de Interconexión	53
3.5.4	Diagramas de Interconexión	56
CAPITULO IV		57
SOFTWARE DE CONTROL		57
4.1	SOFTWARE DEL CONTROLADOR	57
4.1.1	TwidoSoft	57
4.1.2	Programación con TwidoSoft.....	60
4.1.3	Programación del Software del controlador.....	63
4.1.4	Diagrama de Flujo para Programación del Software del controlador.....	64
4.1.5	Diagrama para Control de Tiempos y Válvulas	66
4.1.6	Asignación de Variables para la Programación del Controlador	67
4.1.7	Estructuración del Programa del Controlador.....	70
4.2	INTERFAZ DE USUARIO HMI	78
4.2.1	HMI_studio 1.11	78
4.2.2	Programación con HMI_studio 1.11	80
4.2.3	Diagrama de Flujo para Programación del Software del HMI	85
4.2.4	Asignación de Tags para la Programación del HMI	86
4.2.5	Estructuración del Programa del Interfaz de Usuario HMI	89
CAPITULO V		96
IMPLEMENTACIÓN.....		96
5.1	EVALUACIÓN TÉCNICA DE COMPONENTES	96
5.1.1	Válvulas.....	96
5.1.2	Instrumentación.....	99
5.1.3	Controlador y Módulo de Entradas Analógicas, Interfase HMI, Fuente de Alimentación y Preactuadores.....	101
5.2	MONTAJE DE VÁLVULAS E INSTRUMENTACIÓN.....	107
5.2.1	Sistema Neumático de control para Válvula de aceite 3/2.	107
5.2.2	Montaje de Válvula para control de Aceite	109
5.2.3	Montaje de la Válvula de Agua de Control y Válvula de Llenado y desplazamiento....	111
5.2.4	Montaje de Sensor de Presión.....	113
5.2.5	Montaje del Sensor de Temperatura	114
5.2.6	Montaje del Sensor de Velocidad	114
5.3	MONTAJE DEL SISTEMA ELÉCTRICO.....	116
5.4	INTEGRACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL	118
5.5	PUESTA EN MARCHA.....	119
5.5.1	Verificación de Conexiones Eléctricas.....	119
5.5.2	Verificación de Montaje de componentes Mecánicos.....	120

5.5.3	Verificación de la lógica de programa del PLC y HMI	120
5.5.4	Calibración del Interruptor de Presión	120
5.5.5	Configuración de los tiempos de Programa de Purificación.....	121
5.5.6	Verificación de Puesta a Tierra del Sistema.....	122
5.5.7	Puesta en Marcha.....	122
CAPITULO VI		123
PRUEBAS Y RESULTADOS.....		123
6.1	PRUEBAS.....	123
6.1.1	Pruebas de sensores y electroválvulas	123
6.1.2	Pruebas de Interfase HMI	125
6.1.3	Pruebas del PLC	125
6.1.5	Pruebas del sistema global.....	126
6.2	RESULTADOS.....	127
6.2.1	Resultados de Operación	127
6.2.2	Resultados de Costo - Beneficio con la Automatización de la Máquina Purificadora ..	128
6.2.3	Análisis Económico para la Automatización del Sistema de control	128
6.2.4	Resultado Global del sistema	132
CAPITULO VII.....		133
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		133
7.1	CONCLUSIONES	133
7.2	RECOMENDACIONES.....	134
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		137
ANEXO 1		138
	SÍMBOLOS IEC PARA APARATOS DE MANIOBRA Y ACCIONAMIENTOS ELECTROMAGNÉTICOS.....	138
ANEXO 2		142
	DIAGRAMAS DE PROCESO E INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA DEL SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA LA MÁQUINA PURIFICADORA DE ACEITE WSK KRAKOW DE LAVAL, TIPO MPAX 207 - 24S DE LA CENTRAL TÉRMICA GUANGOPOLO – TERMOPICHINCHA	142
ANEXO 3		167
	SOFTWARE DEL CONTROLADOR.....	167
ANEXO 4		199
	SOFTWARE DE LA INTERFAZ DE USUARIO HMI	199
ANEXO 5		214
	MANUAL DE USUARIO.....	214
ÍNDICE DE FIGURAS		223
ÍNDICE DE TABLAS.....		226
GLOSARIO		227
ÍNDICE DE HOJAS DE DATOS		229

