

**DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA AUTOMATICO EN PLANTA DE
RECUPERACION DE ACEITE USADO EN INDUSTRIAL AMBIENTAL
CARTAGENA**

**DIEGO ROMERO LARA
JULIAN MENDOZA ARNEADO
ENDRIK PELUFFO RIVERA**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
ESPECIALIZACIÓN EN AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL DE PROCESOS
INDUSTRIALES**

CARTAGENA DE INDIAS

2017

Nota de aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Cartagena de indias, 22 de junio de 2017

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos en primera instancia a Dios y a nuestras familias por su apoyo, amor y atención a lo largo de nuestra vida.

De igual forma, damos gracias a la Universidad Tecnológica de Bolívar, en especial a la ESPECIALIZACIÓN EN AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL DE PROCESOS INDUSTRIALES, que nos brindaron un cuerpo directivo y docente que nos proporcionó todos los conocimientos y experiencias necesarios para nuestra formación como profesionales.

A los ingenieros Jorge Duque y José Villa por su compromiso con el proceso formativo de la especialización, también a la empresa INDUSTRIA AMBIENTAL SA quien permitió desarrollar nuestras habilidades.

A nuestros compañeros de clase, amigos, y a todos los que colaboraron y estuvieron presentes en el transcurso de nuestra formación.

¡MUCHAS GRACIAS!!!

Señores

COMITÉ CURRICULAR

Especialización En Automatización Y Control De Procesos Industriales

Universidad Tecnológica de Bolívar

Ciudad

Respetados señores:

De la manera más atenta nos dirigimos a ustedes con el propósito de informarles que el trabajo integrador titulado “**DISEÑO E IMPLMETACION DE UN SISTEMA AUTOMATICO EN PLANTA DE RECUPERACION DE ACEITE USADO EN INDUSTRIAL AMIENTAL CARTAGENA**” ha sido desarrollado conforme a los objetivos establecidos.

Como autores del documento consideramos que el trabajo es satisfactorio y solicitamos que: sea estudiado, evaluado y posteriormente aprobado por ustedes.

En espera de los resultados de dicha evaluación.

Atentamente,

JULIAN MENZODA ARNEDO

C.C. 1.050.962.771 de Turbaco

DIEGO ROMERO LARA

C.C. 1.143.332.540 de Cartagena

ENDRIK PELUFFO RIVERA

C.C. 1.43.362.817 de Cartagena

Cartagena de Indias D. T. y C., 22 de junio de 2017

Señores

COMITÉ CURRICULAR

Especialización En Automatización Y Control De Procesos Industriales

Universidad Tecnológica de Bolívar

Ciudad

Cordial Saludo.

A través de la presente me permito poner en consideración para su respectiva evaluación, el trabajo integrador titulado **DISEÑO E IMPLMETACION DE UN SISTEMA AUTOMATICO EN PLANTA DE RECUPERACION DE ACEITE USADO EN INDUSTRIAL AMIENTAL CARTAGENA**”, el cual fue realizado por los ingenieros ENDRIK PELUFFO RIVERA, DIEGO ROMERO LARA, JULIAN MENDOZA ARNEDO , a quienes asesoré en su ejecución.

Atentamente,

José Luis Villa

Asesor de Monografía

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS.....	8
LISTA DE TABLAS	9
GLOSARIO.....	10
RESUMEN.....	11
CÁPITULO 1. INTRODUCCIÓN	12
1.1. OBJETIVOS.....	13
1.1.1. EL OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO	13
1.1.2. LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.2.1. DEFINICION.....	14
1.2.2. JUSTIFICACION	14
1.2.3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	15
1.2.4. Descripción de los sistemas.....	16
1.2.4.1 Sistema de control de proceso básico.....	16
CAPITULO 2 SISTEMA DE CONTROL.....	17
2.1. SISTEMA LÓGICO	17
2.2. PRINCIPALES ASPECTOS DEL SISTEMA DE CONTROL	17
2.3. INSTRUMENTACIÓN	18
2.3.1. Etapa de precalentamiento	18

2.3.2. Etapa de calentamiento:.....	18
2.3.3. Etapa de condensación.....	19
2.4. CONDICIONES DE SEGURIDAD.....	20
2.5. SISTEMA DE CONTROL:.....	20
2.6. CONDICIONES DE GENERALES DE ENCENDIDO DE MARMITAS:	23
2.7. CONDICIONES DE CONTROL DEL PROCESO MARMITAS:.....	23
2.8. CRITERIOS DE SELECCIÓN	24
CÁPITULO 3 DISEÑO	26
3.1. DISEÑO DE LA AUTOMATIZACIÓN:	26
3.3. DISEÑO DEL INTERFAZ HUMANO MAQUINA:	33
CÁPITULO 4. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	38
4.1 BENEFICIOS	38
4.2 ESTIMACIÓN DE COSTOS DEL PROYECTO.....	39
4.2 ANALISIS FINANCIERO	40
CÁPITULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	41
ANEXOS.....	42
NORMAS Y CÓDIGOS	42
NOMENCLATURA	43

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama P&ID planta de secado de aceite	15
Figura 2. Modulo IO-D16A3-TO16.....	26
Figura 3. Modulo IO-D16A3-TO16 (b)	27
Figura 4. Modulo IO-ATC8/AI8.....	27
Figura 5. Modulo IO-ATC8/AI8 (b).....	28
Figura 6. Modulo IO-ATC8/AI8 (c).....	28
Figura 7 Modulo IOAO6X.....	29
Figura 8. Escarizacion (a).....	30
Figura 9. Escarizacion (b).....	31
Figura 10. Escarizacion (c).....	32
Figura 11. Tanque de Marmitas.....	35
Figura 12. General proceso marmita.....	35
Figura 13. Pantalla Bombas	37
Figura 14. Pantalla Válvulas.....	38
Figura 15. Simbología utilizada.....	45

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Condiciones de operación..... 24

Tabla 2. Presupuesto39

Tabla 3. Análisis financiero 40

GLOSARIO

- .
- **P&ID** (Process and instrumentation diagram): Diagrama de proceso e instrumentación.
- **PCV**: válvula de control de presión
- **PSV**: válvula de seguridad de presión
- **PIC**: Controlador indicador de presión
- **PIT**: Transmisor indicador de presión .
- **RTD**: Dispositivo (sensor) térmico resistivo.
- **SAS**: Sistema de aislamiento seguro
- **TE**: Sensor de temperatura
- **TT**: Transmisor de temperatura
- **VFD** (Variable Frequency Drive): Dispositivo variador de frecuencia de motores.

RESUMEN

La implementación y diseño de este trabajo de grado se elaboró para la empresa **Industria Ambiental SA** en el área de secado de aceite MARMITAS. Como primera medida es hacer la descripción del proceso y ver cómo opera el sistema, luego haremos el levantamiento del P&ID para plantear la filosofía de programación. La principal motivación de la automatización de la planta es que los operadores solo se limiten a tareas de monitoreo constante de todas las variables del sistema y modificación de los puntos de estabilización, dependiendo la operación deseada por el jefe de planta. Para llegar a nuestro principal objetivo desarrollaremos la programación en un PLC Unitronic V700 compacto con HMI, el cual procesara las señales tomadas de campo y tomara acción sobre las misma remotamente desde el cuarto de centro.

Palabras claves: P&ID, automatización, HIM, marmita. PLC. Control

CÁPITULO 1. INTRODUCCIÓN

La empresa industria ambiental Cartagena cuenta con dos procesos para recuperaciones aceites , el primer proceso es de secado de aceite y el segundo de re-refinado .En la actividad de re-refinado por método de película delgada se realiza cortes en el aceite , con la finalidad de obtener en cada una de sus etapas derivados como aceites lubricantes , nafta y aceites pesados , este proceso actualmente está implementado bajo la aplicación de un control automático que consta de un PCL FLEXILOGIC FL100 que recibe de señales de temperatura , presión y nivel del proceso y toma las acciones necesarias para ajustar el sistema a la necesidad de la producción . El proceso de secado de aceite era completamente manual, los operadores controlaban nivel y temperatura mediante 3 variadores de velocidad YASKAWA V1000, los valores de temperatura presión y nivel eran observados por los operadores en campo mediante termómetros, manómetros y mirillas respectivamente, Cuando las temperaturas no eran optimas ya sea por caída de presión o por producto con alto porcentaje de agua, ellos con un conjunto de válvulas configuraban el sistema para que entrara en recirculación, y las temperaturas las controlaban variando la frecuencia de las bombas de fondo y la bomba de materia prima (ver diagrama). El proceso de Marmitas es usado para aceites con grandes porcentajes de agua emulsionadas (entre 30 y 50%), la finalidad del proceso es recuperar el aceite separando por calentamiento el agua y el aceite,

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. EL OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO

Optimizar el proceso de secado de aceite en la empresa Industria Ambiental SA mediante la implementación de técnicas de automatización

1.1.2. LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las necesidades y riesgos del proceso
- En caso de anomalías llevar la planta a modo seguro
- Aumento de producción disminuyendo errores humanos y optimizando los tiempos de respuestas
- Realizar planos de instrumentación, control y potencia
- Hacer lo más didáctico posible la interfaz humana maquina HMI para mejor operación del proceso
- Realizar sistema de alarmas con registros de actividad
- Capacitar al personal de la planta para el mantenimiento del sistema

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. DEFINICION

En el proceso de secado de aceite de la empresa industria ambiental es operado manualmente, cuando las temperaturas no son óptimas por caída de presión o producto con alto porcentaje de agua, la recirculación del aceite por marmitas 1 o 2 era implementado por la configuración manual de válvulas electromecánicas. Adicionalmente la temperatura es controlada variando la frecuencia de bombas de fondo a bomba de materia prima

1.2.2. JUSTIFICACION

Para industria ambiental operar este proceso en las condiciones expuestas en la definición del problema implica baja calidad en el producto final ,ya sea aceite pesado o aceites liviano dado que estaba sujeto a fallas humanas , muy baja confiabilidad en la información y estado en tiempo real del proceso para la toma de decisiones inmediatas ,y bajas humanas por alto índices de accidentalidad en esta zona de la plata .Todos estos factores afectan la producción de la entidad con pérdidas de 20.000 GL al año de aceite seco , entre pesado y ligero . Con la finalidad de mejorar los procesos de calidad del producto, disminuir las devoluciones de este y aumentar la producción anual reduciendo el porcentaje de pérdidas del producto por baja calidad , sin dejar atrás la mejora tecnológica de la planta para la obtención de información de forma veraz y en tiempo real se crea la necesidad por parte del departamento de ingeniería de implementar una automatización en los lazos de control de temperatura y nivel de marmitas 1 y 2 con la finalidad de cumplir con las nuevas metas de producción anual de 2.520.000 GL

1.2.3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El proceso de la planta Marmitas comprende básicamente cuatro etapas:

1. Precaentado
2. Calentamiento y separación agua – livianos – aceite
3. Condensación Agua-Liviano
4. Almacenamiento

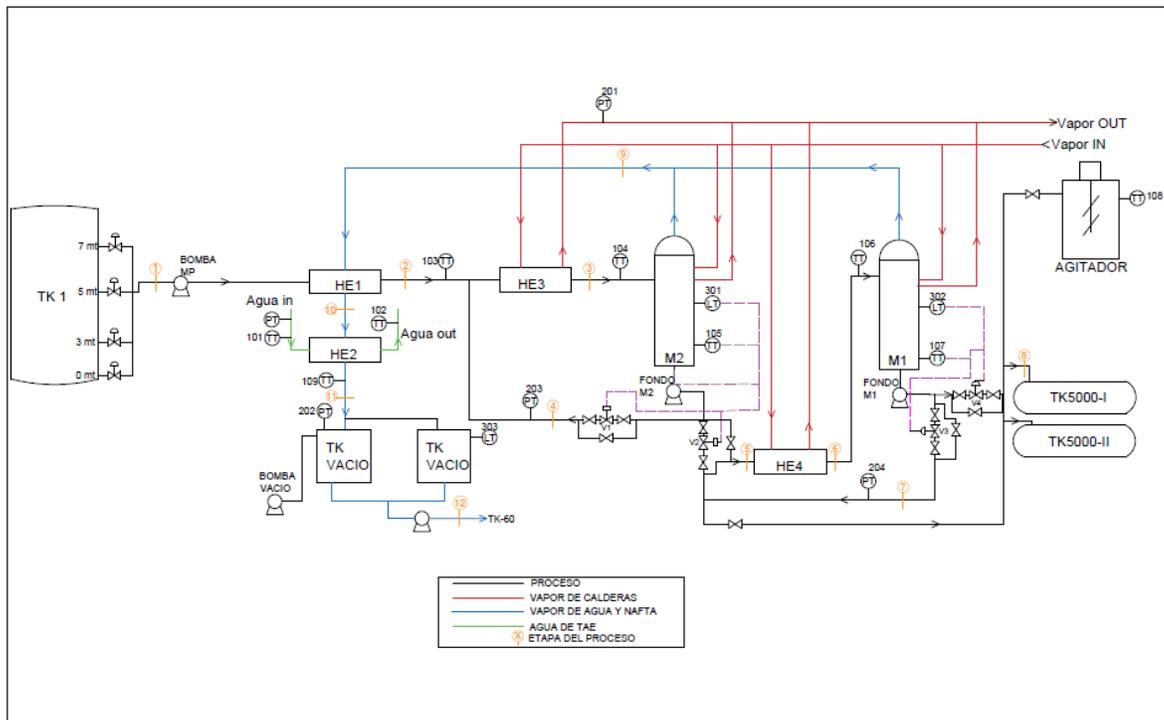


Fig. 1. Diagrama P&ID planta de secado de aceite

Para la descripción general del proceso de secado de aceite, tomaremos como referencia el diagrama de flujo indicado en la Fig 1.

Etapa de precalentamiento: la etapa de precalentamiento se da en los intercambiadores HE1, el aceite es bombeado mediante la bomba P100, el aceite entra a temperatura ambiente y sale aproximadamente a 80°C.

Etapa de calentamiento: la etapa de calentamiento se da en los intercambiadores HE3 y HE4, y en las torres de separación M1 y M2. En este punto se lleva el aceite a temperaturas por encima a la temperatura de ebullición del agua, por condiciones

de proceso la temperatura promedio en este proceso es de 130°C, al finalizar esta etapa se separa el aceite del agua y los livianos.

Etapa de condensación: Los vapores de agua y livianos que se expulsan de las torres M2 y M1 son absorbidos de las bombas de vacío P-400, seden calor en el intercambiador HE1 y se terminan de condensar en el intercambiador HE2, de aquí sale a temperatura ambiente en estado líquido la mezcla Agua-liviano.

Etapa de almacenamiento: la etapa de almacenamiento es la etapa final, luego de que el aceite no posee agua emulsionada (porcentaje de humedad es cero) es almacenado en los tanques 5000I y 5000II. El almacenamiento del agua-liviano se va a un tanque de producto terminado llamado TK60 allí se hace la separación agua-liviano por diferencia de densidades.

1.2.4. Descripción de los sistemas

1.2.4.1 Sistema de control de proceso básico

El control de la planta se realizó mediante un PLC UNITRONICS V700, este se instaló en la puerta del gabinete principal, este PLC cuenta con módulos de entradas análogas, entradas digitales, salidas análogas, salidas digitales y un módulo de comunicación para acceder al remotamente desde cualquier sitio, hace la comunicación con el computador de operación vía Ethernet.

La HMI viene incluida en el PLC, en ella se harán los ajustes a necesarios para la operación de la planta, los operadores insertarán los valores de referencia y podrán ajustar las velocidades de las bombas, y además podrán ver las alarmas y las variables del proceso.

CAPITULO 2 SISTEMA DE CONTROL

2.1. SISTEMA LÓGICO

El sistema lógico se hace en el PLC, allí se programa lo necesario para que la planta sea lo más autónoma posible y en caso de condiciones anormales de proceso acceda a tomar acciones ya sea por producción o por condiciones de seguridad, para la segunda llevar la planta a modo seguro.

2.2. PRINCIPALES ASPECTOS DEL SISTEMA DE CONTROL

Las válvulas usadas en este sistema son todas abiertas al fallo, y solo poseen dos estado abiertas o cerradas.

El sistema se puede permutar entre manual y automático, en el estado manual el operador decide cuando colocar el sistema en recirculación, en el estado automático dependiendo los Sets ingresados el sistema entra automáticamente en recirculación y toma acciones de encendido o apagado de las bombas P100 (bomba MP), P200 (fondo M2) y P300 (Fondo M1)

Cuando se da una condición de inseguridad en el proceso, el sistema llevara la planta a modo seguro apagando las bombas y dando tiempo a los operadores de hacer lo necesario para que la condición no empeore, hasta no recibir señal de que la condición fue exitosa no deja reiniciar el sistema.

2.3. INSTRUMENTACIÓN

La instrumentación usada fue de tipo electrónica, se usaron transmisores con señal de corriente configurada de 4-20mA de dos hilos, las válvulas de control son electro mecánicas de dos estados (abierta o cerrada).

La instrumentación se encuentra repartida en toda la planta, según su etapa así:

2.3.1. Etapa de precalentamiento

TT103 – Transmisor de temperatura salida de aceite de la etapa del precalentador en forma digital

TI103 – Indicador de temperatura de salida de aceite de la etapa del precalentador en forma análoga

2.3.2. Etapa de calentamiento:

PT201 – Transmisor de presión 4-20mA, 0-100PSI, indica la presión de forma digital en la línea de vapor

PI 201 – Indicador de presión Spam 0 – 100 PSI, Indica la presión de forma análoga en la línea de vapor

TT104 – Transmisor de temperatura salida intercambiador se mide de forma digital

TI104 – indicador de temperatura salida intercambiador se mide de forma análoga

TT105 – Transmisor de temperatura fondo M2se mide de forma digital

PT203 – Transmisor de Presion bomba P200

PI203 – indicador de Presion bomba P200

LT301 – Transmisor de nivel M2

LI301 – Indicador de nivel M2

TV1 – Válvula de control por temperatura recirculación

TV2 – Válvula de control por temperatura proceso

TT106 – Transmisor de temperatura entrada a M1 se mide de forma digital

TT107 – Transmisor de temperatura de fondo M1 se mide de forma digital

LT302 – Transmisor de nivel M1

LI302 – Indicador de nivel M1

PT204 – Transmisor de presión bomba P300

PI204 – Indicador de presión bomba P300

TV3 – Válvula de control por temperatura recirculación M1

TV4 – Válvula de control por temperatura proceso M1

2.3.3. Etapa de condensación

PT205 – Transmisor de presión bomba de agua TAE

PI205 – Indicador de presión bomba de agua TAE

TT101 – Transmisor de temperatura agua de entrada HE2

TI101 – Indicador de temperatura agua de entrada HE2

TT102 – Transmisor de temperatura agua salida HE2

TI102 – Indicador de temperatura agua de salida HE2

TT109 – Temperatura de salida Agua-Liviano

PT202 – Transmisor de presión vacío

SLL303 – Switch de bajo nivel

SHL 304 – Switch de alto nivel

2.4. CONDICIONES DE SEGURIDAD

El proceso tiene dos condiciones inseguras:

1. Alto nivel de marmitas M1, M2, esto puede producir sobrepresiones y daño del producto liviano, para esto las marmitas deben permanecer en condiciones normales de operación entre 1.2 y 1,7 metros, máximo 2 metros, cuando el nivel de aceite está por encima de 2.2 metros el sistema apagará la bomba P100, y da alarma al operador de ajustar las velocidades de las bombas P200 y P300 para eliminar la alarma y pueda encender la bomba de carga
2. Temperatura $>50^{\circ}\text{C}$ en el producto agua – liviano, el liviano que sale en este proceso tiene su flash point de 80°C por esto este producto debe estar a temperatura ambiente máximo a 45°C , mientras la temperatura sea menor a 45°C el sistema no toma acciones, cuando censa una temperatura mayor a 50°C da alarma de alta temperatura en la etapa de condensación llevando la planta a modo seguro, esto es, apaga la bomba P100, y evacuar la mezcla agua-liviano, el sistema entra en recirculación hasta que la cantidad de condensado vuelva a estar en los límites aceptados de temperatura.

2.5. SISTEMA DE CONTROL:

1. El proceso empieza tomando producto del tanque de materia prima (tanque 1), en este tanque se almacena sentina clasificada, la bomba de materia prima succionando de la válvula dependiendo el nivel del tanque, se toma muestra para llevar a laboratorio y verificar calidad de materia prima de entrada, este procedimiento se debe hacer cada cambio de turno.
2. El producto de TK1 pasa por un primer intercambiador de calor HE1 llamado precalentador, el intercambio se hace con los vapores de agua y volátiles que salen del calentamiento de marmitas, el producto que viene con temperatura ambiente (32°C) gana aproximadamente 48°C , es decir, su temperatura de salida es de 80°C medida con el TT-103, con este primer intercambiador ayudamos a que el segundo intercambiador H2 gaste menos energía en condensar estos gases.

3. Luego que pasa por HE1 el proceso continuo con un tercer intercambiador HE3 que consta de dos intercambiadores en serie que funcionan con vapores proveniente de las calderas del horno incinerador, de aquí ganamos entre 30 y 40°C, es decir, la temperatura de entrada a la marmita 2 oscilara entre 100 y 120°C en condiciones de operación normal, esta temperatura la mide el transmisor TT-104
4. Una vez el producto llega a Marmita 2 este debe tener un tiempo de estadía hasta que el fondo se mantenga en una temperatura entre 115 y 120°C y con esto empieza la evaporación de agua y nafta, cabe resaltar que el máximo despojo se da en esta marmita, para garantizar la calidad del producto marmita 2 empieza un proceso de recirculación abriendo la válvula V1 y cerrando la válvula V2 cuando la temperatura de fondo baja a menos de 115°C, se acaba la recirculación cuando llegue el transmisor TT-105 marque 120°C. Las marmitas poseen una chaqueta con vapor de las calderas la cual mantiene y aumenta la temperatura, además de la temperatura el nivel es importante ya que si el nivel es muy alto puede presurizar y ocasionar daños en las chaquetas, además se puede ir por la tubería de los vapores de agua y nafta que salieron del calentamiento.
5. Cuando la temperatura de fondo de marmita 2 se encuentra entre los niveles de 115 y 120 grados la válvula V1 se cierra y abre la válvula V2 para continuar con el proceso
6. Luego de la salida de M2 el producto se le elevara la temperatura para garantizar cien por ciento que este seco, para esto pasa por el intercambiador HE4 que se compone de un grupo de 4 intercambiadores conectados en serie, este juego de intercambiadores eleva la temperatura hasta 125°C que será medida por el transmisor TT-106 que será la entrada de la siguiente marmita M1
7. El aceite entra en la última marmita a temperatura que oscila entre los 122-125°C y en ella se realiza el despojo de la poca agua que quedo en la marmita anterior, y por cuestiones de fiabilidad y operación, no se deberá mandar producto a tanques de producto terminado cuando la temperatura de fondo de M1 (medida con el transmisor TT-107) sea inferior a 125°C, en caso que la temperatura disminuya más de la mínima permitida la válvula V3 se abrirá y la válvula V4 se cerrara hasta que alcance una temperatura de 130°C.

8. Cuando las condiciones de operación se mantienen en las adecuadas, es decir, la temperatura de fondo es mayor o igual a 130 garantizamos que el producto estará completamente seco y la válvula V3 se cerrará y la V4 se abrirá para almacenar en los tanques 5000.
9. Los vapores de agua y volátiles que se retiran de las marmitas son llevados por unas bombas de vacío que se encuentran en los tanques de condensado hasta el intercambiador HE1
10. Al pasar por el intercambiador HE1 los vapores empiezan su proceso de condensación
11. El intercambiador HE2 condensa estos vapores utilizando agua de la TAE de marmita que serán almacenados en los tanques de vacío. por seguridad no es permitido que este condensado este a mas de 60°C (medido por el TT-109) en caso que esto llegue a pasar se debe llamar a jefe encargado y avisar de la situación, pueden presentarse riesgos, se encenderá enfriamiento superficial.
12. El condensado cae en los tanques de vacío, los cuales tienen conectado un juego de dos bombas de vacío que orientan los gases que son condensados y ayuda a la extracción del agua y volátiles. Estos tanques tienen un interruptor de nivel de alta y baja que enciende la bomba cuando el interruptor de alto nivel se abre y se apaga cuando el interruptor de bajo nivel se cierra, esta bomba envía el agua y nafta a tanque 60

Las bombas de materia prima y las de fondo de marmitas tienen cada una un variador de frecuencia que controlan la velocidad a la que giran las bombas, cuando el proceso entra en recirculación por baja temperatura la bomba de materia prima se apaga y las bombas de fondo de M1 y M2 se deben colocar en 20Hz, cuando el proceso esta continuo (operación normal) tenemos buena temperatura de fondo de M2 y M1 entonces la frecuencia de la bomba dependerá de los niveles de M1 y M2 que son de 1.2 a 1.7mts cada una, la velocidad de giro de la bomba también afecta la temperatura al igual que el porcentaje de humedad a la que entra el producto, por esto los cambios en los variadores deben ser de a poco hasta alcanzar el set, a menor humedad mayor producción y las bombas se podrán colocar en mayor frecuencia, de aquí la importancia de saber el nivel del tanque de materia prima y el monitoreo constante de la humedad en el laboratorio.

2.6. CONDICIONES DE GENERALES DE ENCENDIDO DE MARMITAS:

1. Verificar válvulas de vapor estén abiertas
2. Encender la bomba de MP hasta que M2 obtenga nivel entre 1.2 y 1.7 mts
3. Encender bomba de fondo de M2 hasta que M1 obtenga nivel entre 1.2 y 1.7 mts
4. Encender la recirculación de ambas marmitas hasta que M2 este entre 110-120°C y M1 se encuentre entre 125-130°C, al encender la recirculación colocar ambos variadores en 20Hz
5. Una vez alcanzada la temperatura apagar recirculación y continuar con proceso.

2.7. CONDICIONES DE CONTROL DEL PROCESO MARMITAS:

1. Verificamos que la presión PT-201 del horno se encuentre entre 40 y 60 psi
2. Verificar que el nivel de marmita 2 LT-301 este entre 1.2 y 1.7mts
 - 2.1. Si el nivel está por debajo de 1.2 se debe aumentar la frecuencia de la bomba MP
 - 2.2. Si el nivel está por encima de 1.7 se debe disminuir la frecuencia de la bomba MP
3. Verificar que la temperatura de fondo de marmita 2 TT-105 este entre 110-120°C
 - 3.1. Si se encuentra a nivel y temperatura adecuada el proceso continúa enviando producto a M1
 - 3.2. Si el producto se encuentra con temperatura por debajo de 110°C el proceso entra en recirculación
4. Verificar nivel en M1 que este entre 1.2 y 1.7mts
 - 4.1. Si el nivel está por debajo de 1.2m se debe aumentar la frecuencia de la Bomba-M2
 - 4.2. Si el nivel está por encima de 1.7m se debe disminuir la frecuencia de la Bomba-M2
5. Verificar la temperatura de fondo de M1 TT-107
 - 5.1. Si la temperatura no es la adecuada, el proceso entra en recirculación

5.2. Si la temperatura es la adecuada, el producto se almacena en tanques de producto terminado.

Parámetro	NORMAL	CRITICO
Temperatura de fondo de marmitas 1	120 °C	140 °C
Temperatura de fondo de marmitas 2	130°C	140 °C
Nivel de Marmita 1	1.4 m	2.0m
Nivel de Marmita 1	1.4m	2.0m
Presión de vapor de caldera	60- 70 PSI	80PSI

Tabla 1. Condiciones de operación

2.8. CRITERIOS DE SELECCIÓN

Según los datos anteriores se sacó la siguiente lista de materiales con las siguientes especificaciones:

De lo anterior sacaremos la lista de sensores necesarios para el proyecto:

La lista de materiales son las siguientes:

- 9 RTD escarizadas de 0-200°C, con señal de 4-20mA, explosion proof
- 1 vacuometro escalizado de 0-14 PSI, señal 4-20mA, explosion proof
- 4 sensores de presión de 0-100PSI, señal de 4-20mA, explosion proof
- 2 sensores de nivel 0-3000mm, señal 4-20mA, micro onda guiada, explosion proof
- 2 switches de nivel, 24Vdc con certificación explosion proof
- 4 electrovalvulas on/off, 110Vac con certificación explosion proof
- 900mts de cable de control encauchetado, con apantallamiento, dos hilos
- PLC, 24 entradas análogas, 8 entradas digitales, 16 salidas digitales, 8 salidas análogas
- Fuente 24Vdc/10^a
- Gabinete

- Computador
- Aire acondicionado
- Obra civil

CÁPITULO 3 DISEÑO

3.1. DISEÑO DE LA AUTOMATIZACIÓN:

Luego de instalarse los sensores y válvulas correctamente, se hicieron las conexiones a el PLC y la distribución quedo de la siguiente manera:

Modulo IO-D16A3-TO16

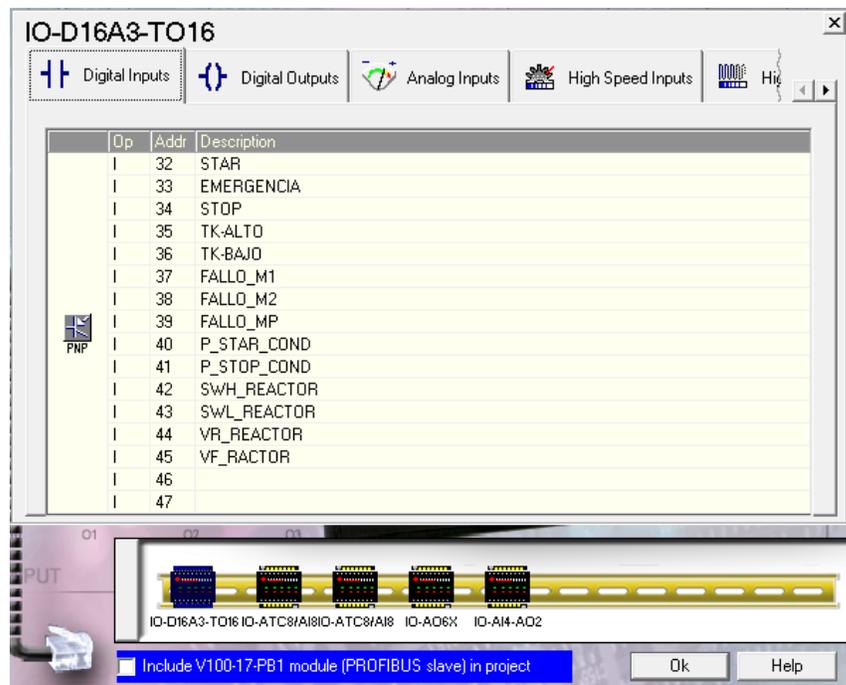


Figura 2 Modulo IO-D16A3-TO16

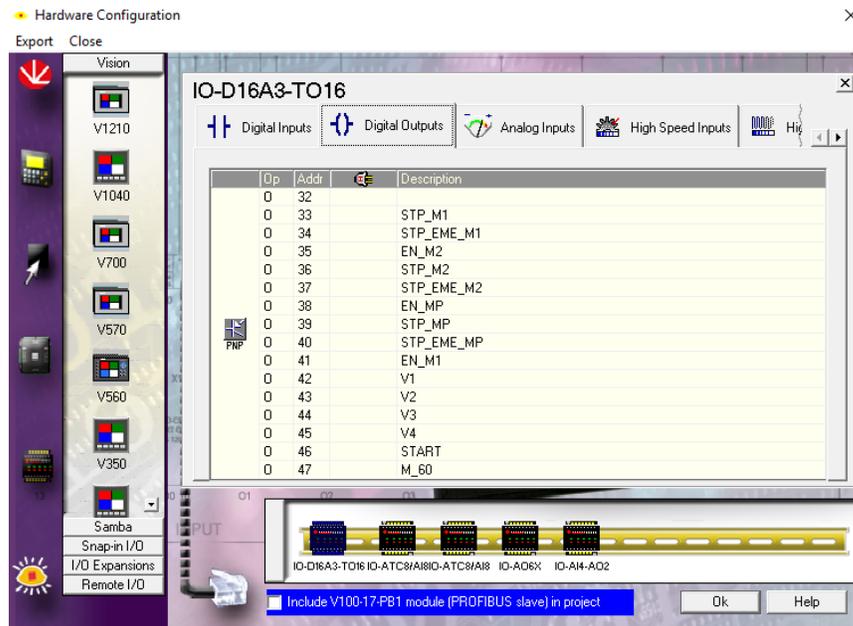


Figura 3 Modulo IO-D16A3-TO16 (b)

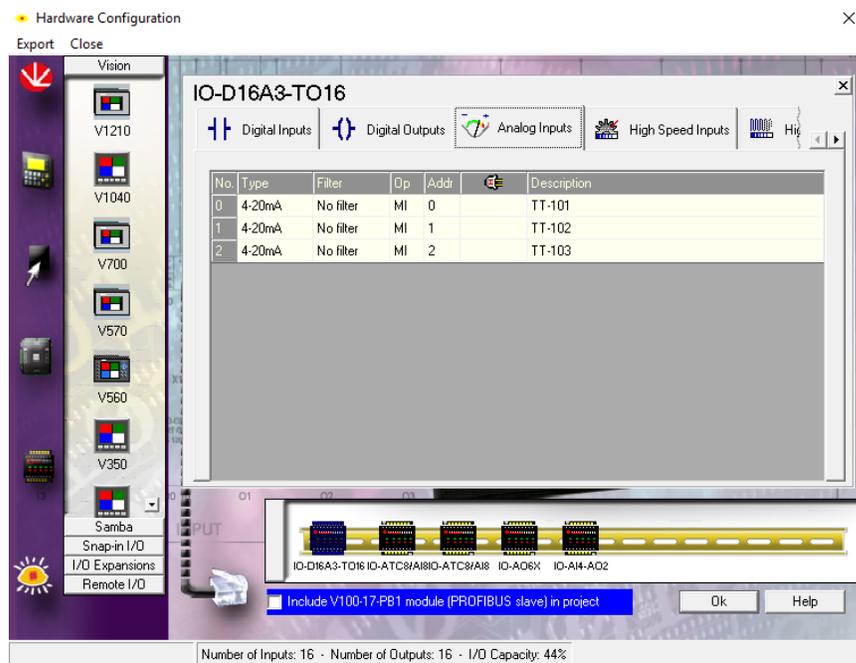


Figura 4 Modulo IO-ATC8/AI8

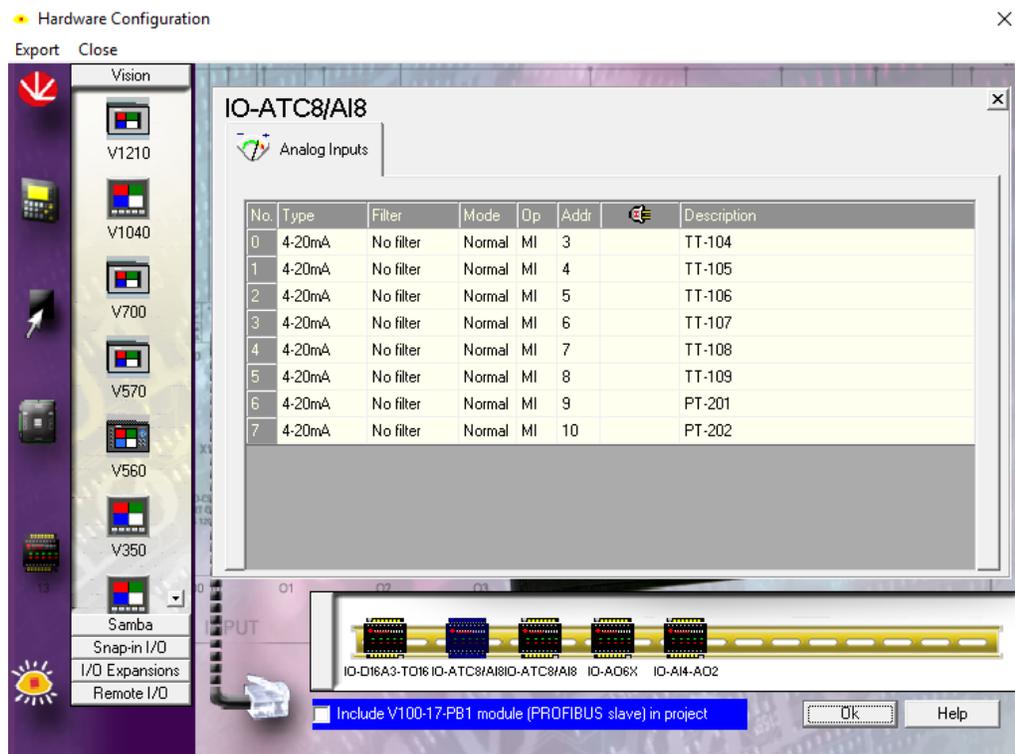


Figura 5 Modulo IO-ATC8/AI8 (b)

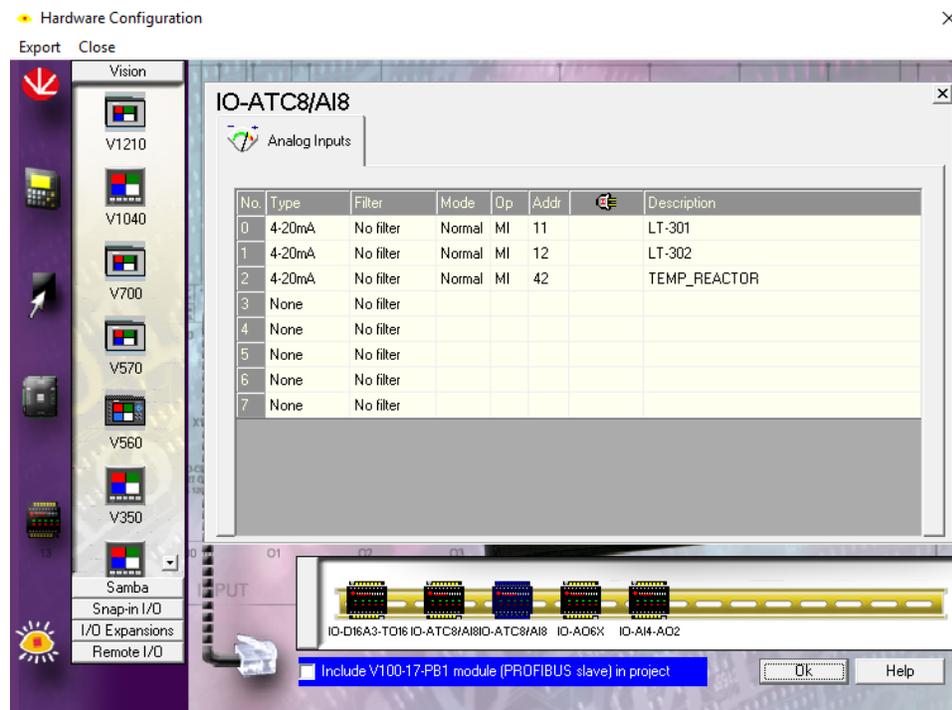


Figura 6 Modulo IO-ATC8/AI8 (c)

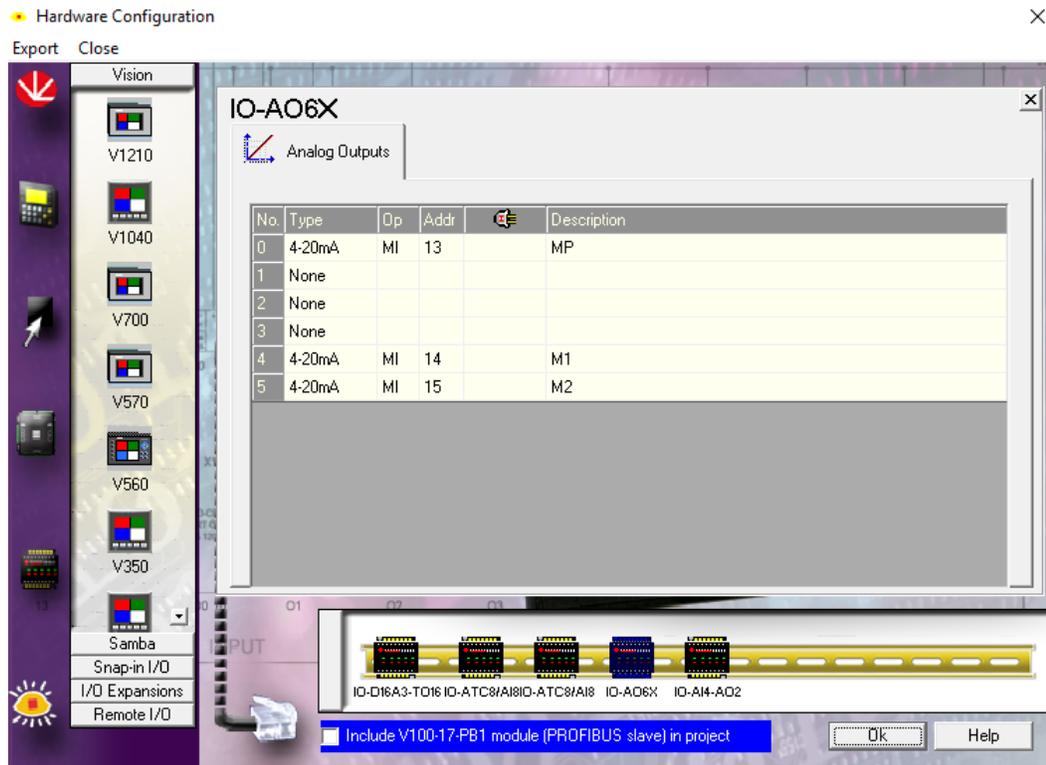


Figura 7 Modulo IO-AO6X

Ya sabiendo donde están las señales conectadas se hizo la escalización para convertir de una señal de corriente 4-20mA a medidas de temperatura, presión o nivel según se refiera.

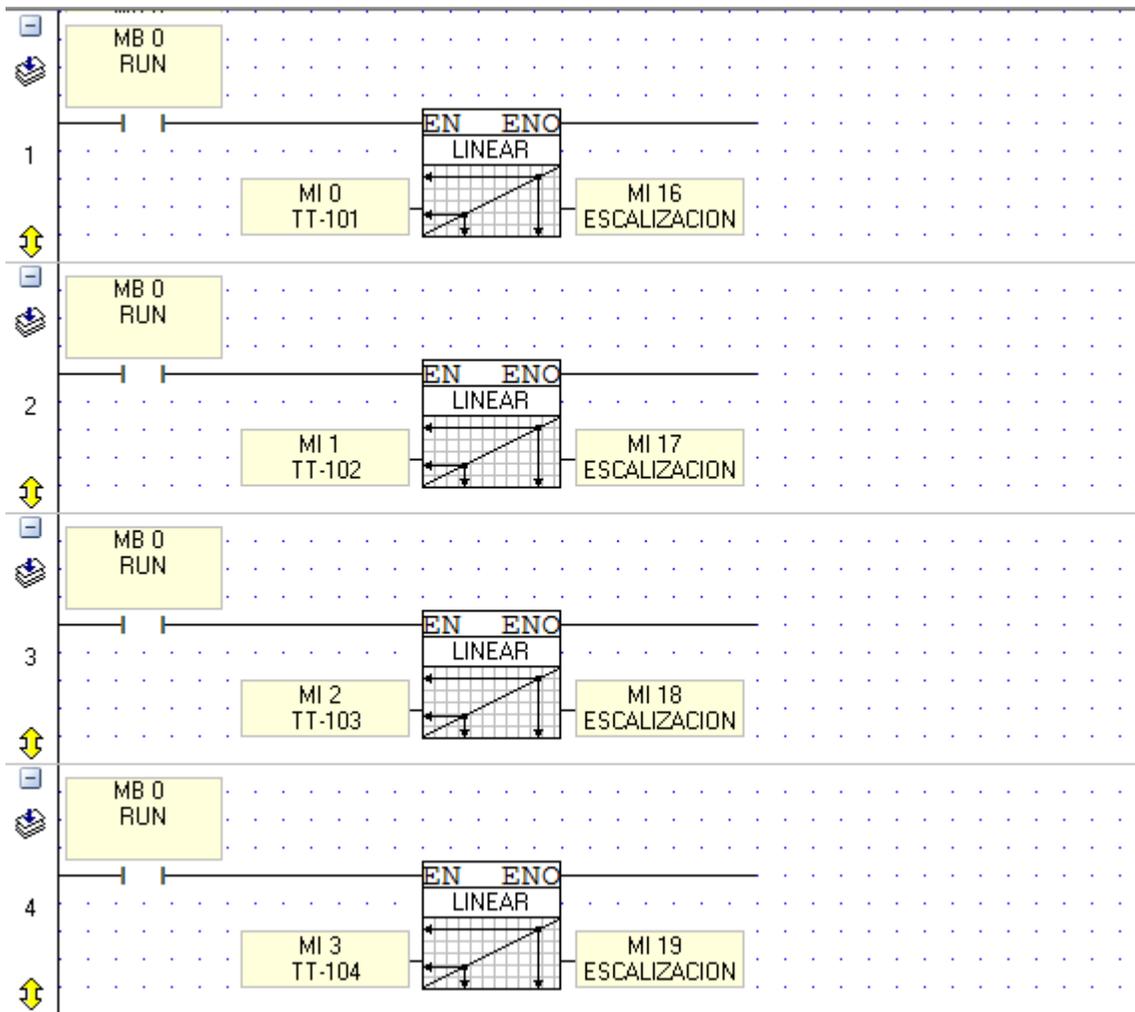


Figura 8 Escarizacion (a)

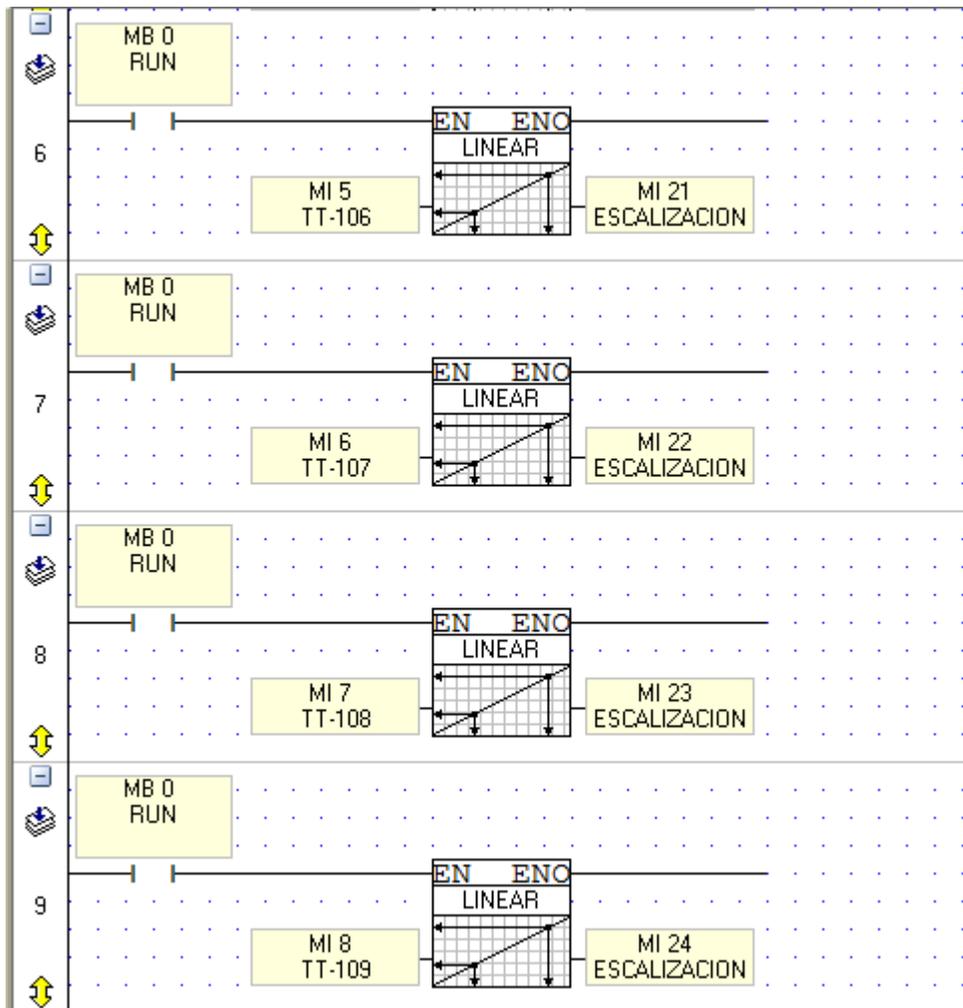


Figura 9 Escarización (b)

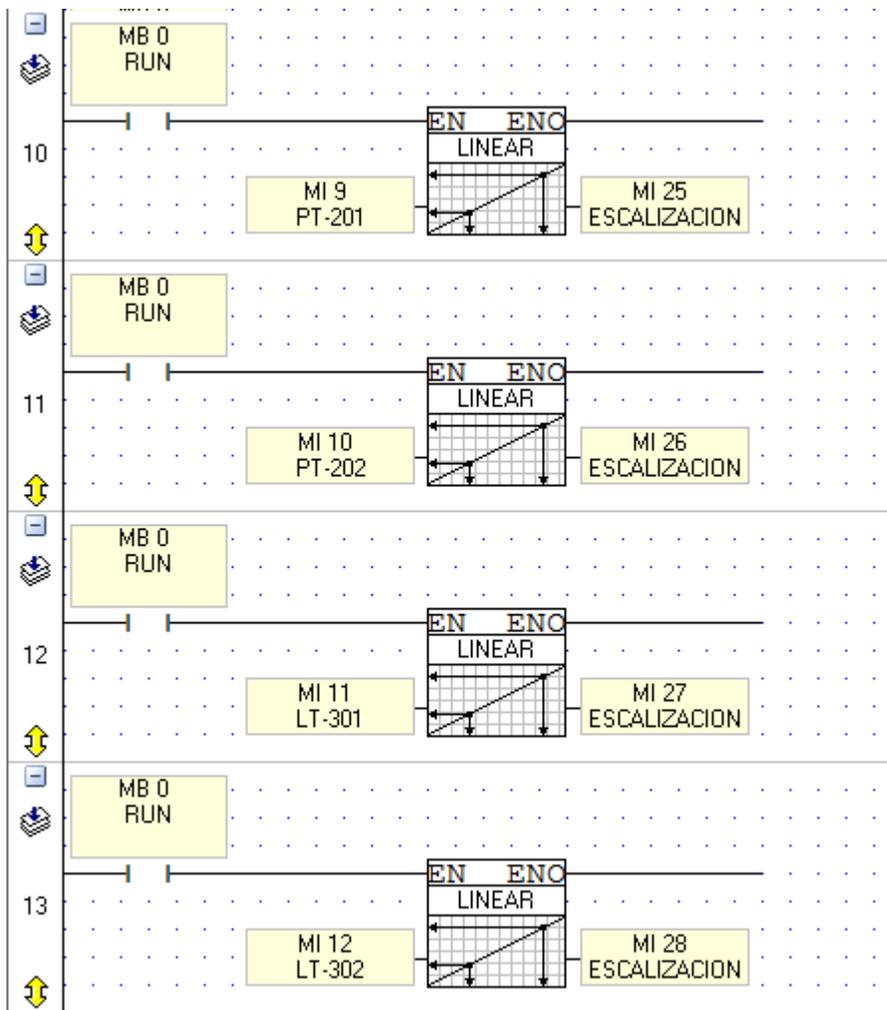


Figura 10 Escarizacion (c)

3.3. DISEÑO DEL INTERFAZ HUMANO MAQUINA:

Luego de tener los valores reales de temperatura y nivel, procedimos a realizar la programación teniendo en cuenta la filosofía expuesta con anterioridad. Posterior a esto se realiza la realización y programación de la HMI y configuración vía ETHERNET para hacer acceso remoto desde una estación cercana donde manipularan el proceso los operadores.

La HMI consta de una pantalla de inicio, dos pantallas principales llamadas “tanques” y “marmitas” y dos pantallas secundarias llamadas “bombas” y “válvulas” En la Imagen 1. Se ve la pantalla principal, en esta se puede:

- Ver temperaturas de entrada y salida de agua
- Temperatura en tanque de vacío
- Estado de la bomba de condensado
- Ajustar frecuencia a las bomba MP, M1 y M2
- Ver presión de vacío
- Permutar entre manual a automático
- Acceder a la pantalla de bombas
- Acceder a la pantalla marmitas
- Acceder a la pantalla válvulas

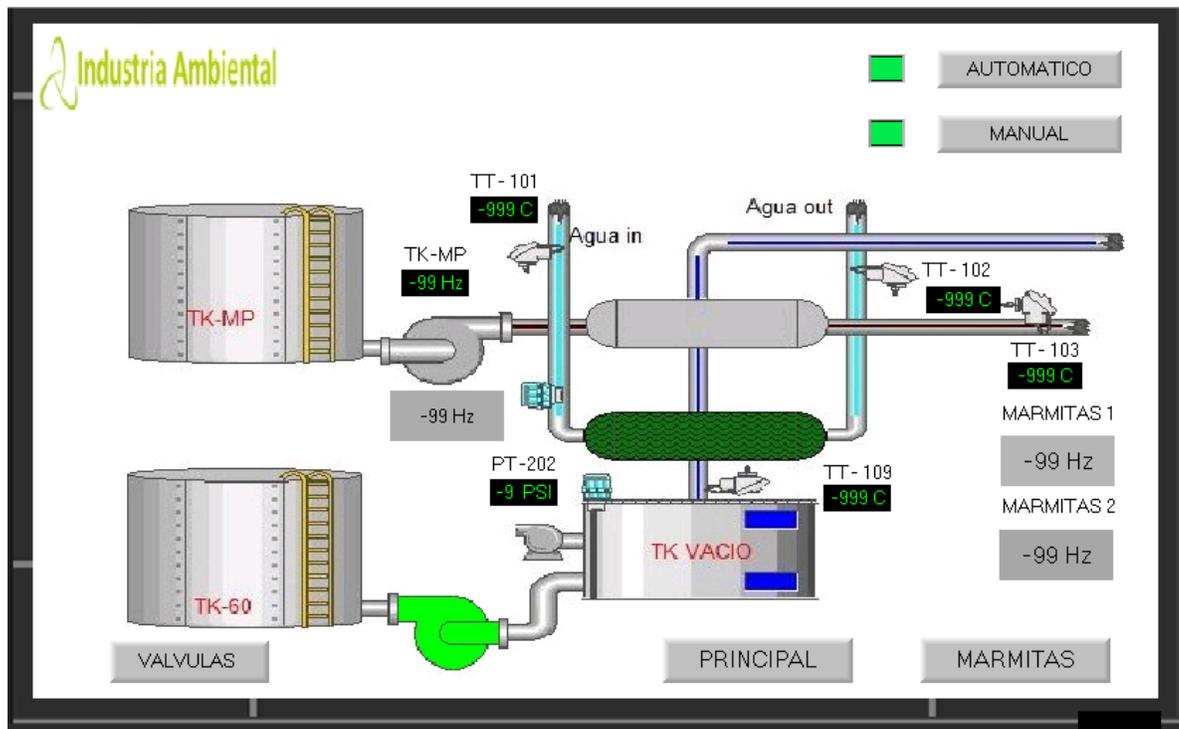


Figura 11 Tanques marmitas

En la fig 11. Se muestra la pantalla principal de marmitas, en esta pantalla se puede:

- Ver las temperaturas de: fondo de M1, fondo de M2, entrada M2, Entrada M1, temperatura del agitador
- Ver las presiones de: presión de vapor
- Permutar entre manual y automático
- Encender y apagar la recirculación (solo si está en estado manual)
- Acceder a la pantalla de tanques
- Acceder a la pantalla de bombas
- Acceder a la pantalla de valvulas
- Verificar encendido o apagado de las bombas (verde encendida, gris apagada)
- Verificar las valvulas que están encendidas (verde encendida, gris apagada)

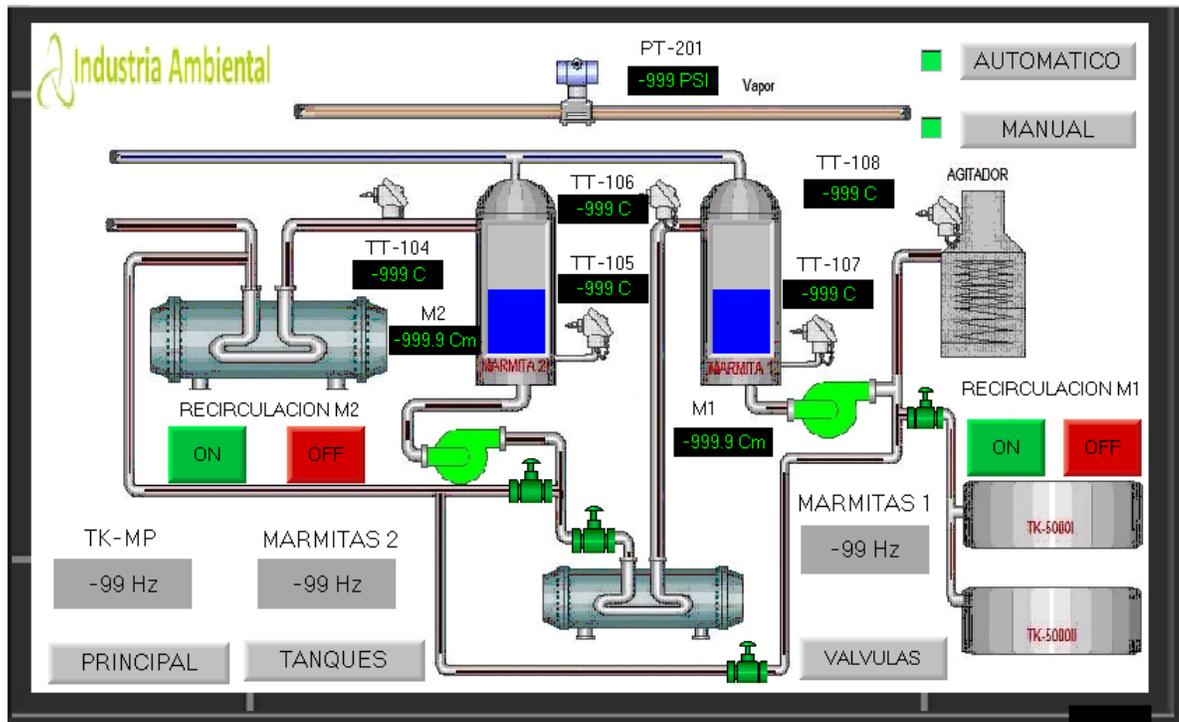


Figura 12 General proceso marmitas

En la fig 12. se encuentra la pantalla de bombas para acceder a esta se debe pulsar en cualquier bomba localizadas en las pantallas principales, en esta pantalla se puede:

- Encender y apagar las bombas M1, M2, MP
- Encender y apagar la bomba de condensado ya sea manual, automático, o con pulsadores
- Volver a la pantalla de marmitas
- Volver a la pantalla de tanques

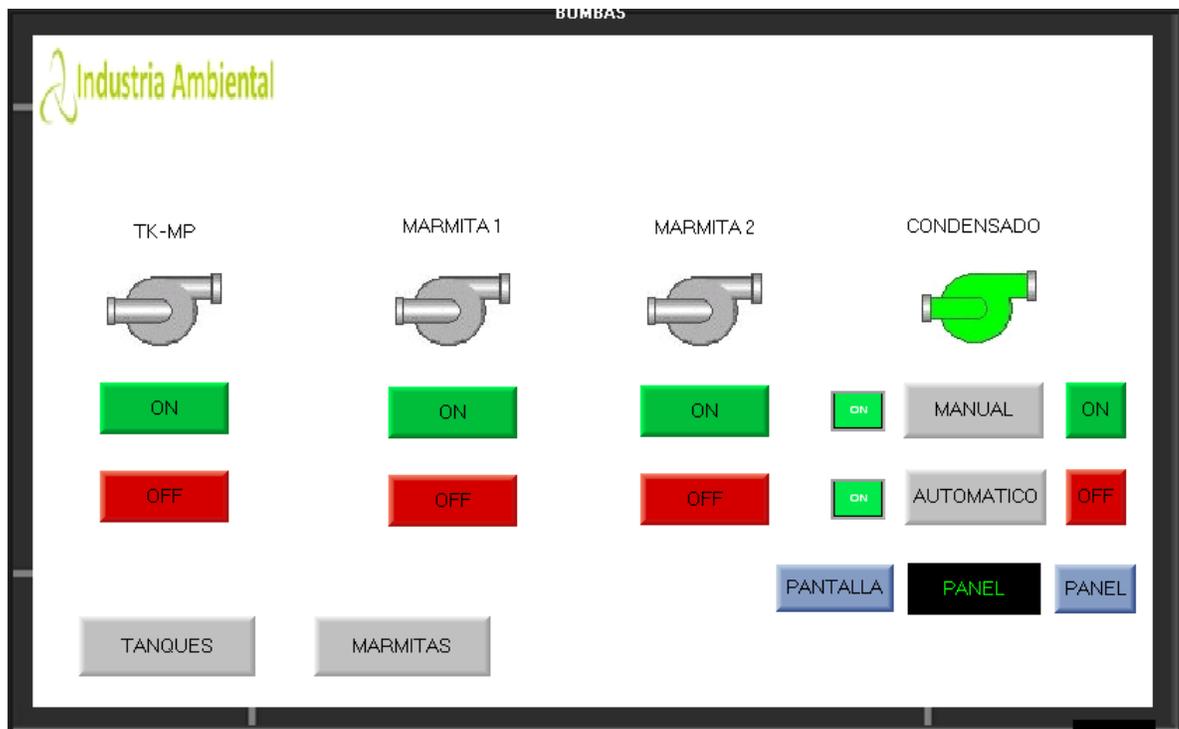


Figura 13 Pantalla Bombas

En la fig. 13. se encuentra la pantalla de válvulas, para acceder a ella se debe pulsar el botón “válvulas” en ubicado en las pantallas principales o pulsando sobre cualquier válvula, en esta pantalla puede:

- Encender y apagar la recirculación de M1 y M2 (si está en modo manual)
- Ajustar los sets de recirculación
- Permutar entre manual y automático
- Volver a la pantalla de tanques
- Volver a la pantalla de marmitas

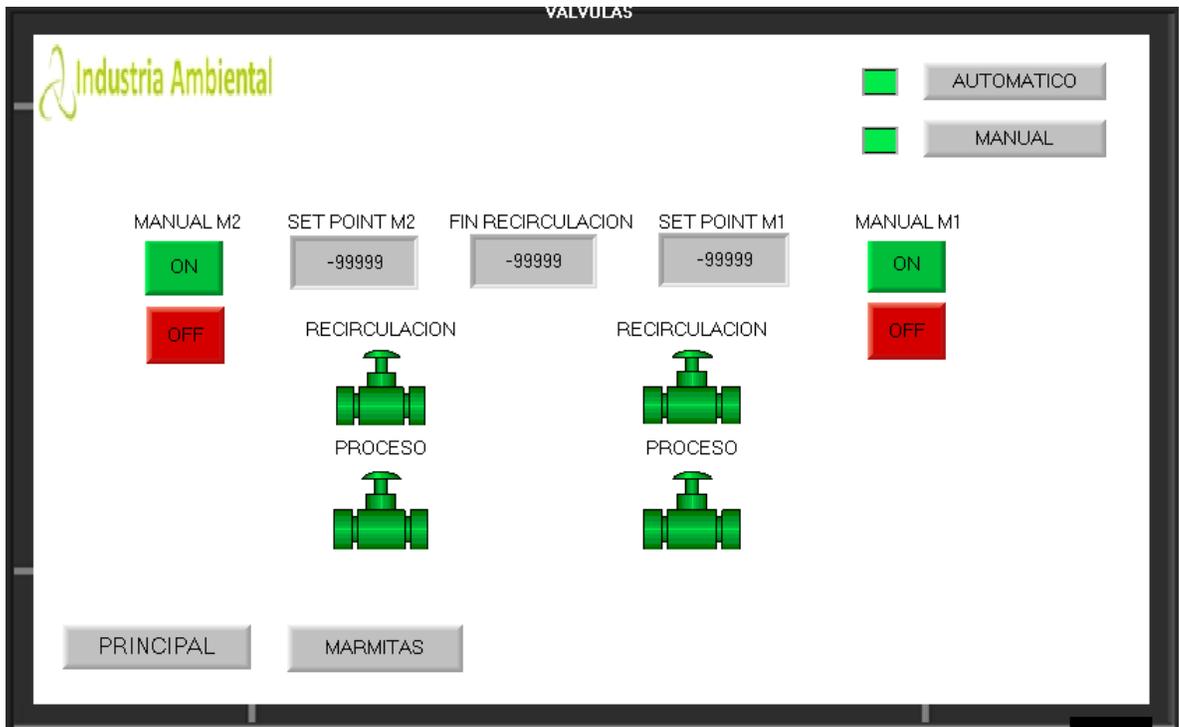


Figura 14 Pantalla Válvulas

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

4.1 BENEFICIOS

Los beneficios a obtener con el proyecto son:

AMBIENTALES:

- Ayuda a que más aceite contaminante sea reutilizado y se viertan menos aceites contaminantes al mar

IMAGEN EMPRESARIAL:

- Aumento de la confiabilidad de la empresa frente a su producto final.
- Aumento de la confianza del personal de la empresa frente a las políticas de seguridad en el trabajo

PERSONAS:

- Disminución de enfermedades e incapacidades permanentes por causa de quemaduras e inhalación de vapores tóxicos .

ECONÓMICOS:

- Aumento en la producción anual
- Disminución de órdenes de reparación de equipos por mal manejo

4.2 ESTIMACIÓN DE COSTOS DEL PROYECTO

En la *Tabla 3* se observa el presupuesto del proyecto

COSTOS DIRECTOS	SUMINISTROS		
	SUMINISTROS PERSONAL POR INDUSTRIA AMBIENTAL		\$ 7.955.000
	SUMINISTROS POR CONTRATISTAS		\$ 2.498.000
	TOTAL SUMINISTROS		\$ 10.453.000
	CONSTRUCCION Y MONTAJE		
	CIVIL	56%	\$ 12.784.000
	MECANICA	2%	\$ 16.800.000
	TUBERIA	7%	\$ 1.765.000
	ELECTRICA	32%	\$ 7.040.000
	INSTRUMENTACIÓN	2%	\$ 28.086.000
	SUBTOTAL CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE		\$ 66.475.000
	TOTAL COSTOS DIRECTOS		\$ 76.928.000
COSTOS INDIRECTOS	ADMINISTRACIÓN	12%	\$ 9.231.360
	IMPREVISTOS	7%	\$ 5.384.960
	TOTAL	25%	\$ 19.232.000
	GESTION DE COMPRAS	10%	\$ 7.692.800
	SEGUIMIENTO	5%	\$ 3.846.400
	TOTAL COSTOS INDIRECTOS		\$ 11.539.200
	TOTAL GASTOS GENERALES		\$ 107.699.200

Tabla 2. Presupuesto del proyecto

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La implementación del sistema de control automático en el proceso de separación aumentó la capacidad de producción de la planta.
- A partir de la implementación del sistema de control hubo un aumento en la producción de un 20% por lo que el retorno de inversión fue a un plazo de 20 meses.
- La mejora en la calidad del producto final aumento el número de clientes de la empresa.
- Los riegos laborales del proceso (atrapamiento, quemaduras, Etc.) se redujeron significativamente a partir de la implementación del proyecto.
- Se recomienda la implementación de un control PID para las bombas de circulación para que estas ajusten su frecuencia de trabajo de manera automática teniendo mayor control del proceso y disminuyendo el consumo energético de la planta.

Se recomienda la implementación de un programa de mantenimiento RCM con el fin de alargar la vida útil de los equipos instalados en la planta

ANEXOS

NORMAS Y CÓDIGOS

Las especificaciones de diseño, materiales, aplicaciones y normas técnicas para la realización de este proyecto están ajustadas con las siguientes normas:

- API
 - ✓ API RP 520-2: Sizing, Selection, and Installation of Pressure-Relieving Devices in Refineries – Part 2
 - ✓ API RP 540: Electrical Installations in Petroleum Processing Plants, Third Edition.
 - ✓ API RP 551: Process Measurement Instrumentation. ✓ API RP 552: Transmission Systems.
 - ✓ API RP 553: Refinery Control Valves
 - ✓ API RP 554: Process Instrumentation and Control.
- IP
 - ✓ IP 3-15-1: Pressure Relief Valves
 - ✓ IP 15-3-1: Pressure Instruments
 - ✓ IP 15-4-1: Instrumentos de flujo
 - ✓ IP 15-9-1: Control Valves
- ANSI / ISA Standards
 - ✓ ISA S5.1: Instrumentación, Símbolos e identificación.
 - ✓ ISA S12.12: Equipos Eléctricos en áreas C1, Dv2. ✓ S51.1: Process Instrumentation Terminology
 - ✓ S75.01: Flow Equations for Sizing Control Valves
- NEC National Electrical Code, Art. 500: Locaciones peligrosas

(clasificadas), clases I, II, III, Divisiones 1 y 2.

- NEMA National Electrical Manufacturer's Association - art. 250: Aislamiento para equipos eléctricos.

NOMENCLATURA

La simbología de instrumentos estará de acuerdo con el estándar ISA S51.1 "Instrument Symbols and Identification", como se observa en la Figura .

NOMBLECATURA LINEAS PROCESO Y SEÑALES

	LINEA DE PROCESO
	SEÑAL ELECTRICA
	SEÑAL NEUMATICA
	SEÑAL COMUNICACION
	LIMITE DE BATERIA
	PUNTO DE INTERCONEXION

VALVULAS

	VÁLVULA MARIPOSA
	VALVULA BOLA
	VALVULA GLOBO
	VALVULA AGUJA
	VALVULA COMPUERTA
	VALVULA CHEQUE
	VALVULA ALIVIO CON RESORTE
	VALVULA SOLENOIDE DE 4 VIAS

VALVULAS DE CONTROL

	VALVULA CONTROL DE FLUJO TIPO MARIPOSA
	VALVULA CONTROL DE PRESION TIPO GLOBO
	VALVULA CONTROL DE PRESION AUTOREGULADORA AGUAS ABAJO
	AIR SUPPLY (SUMINISTRO AIRE)

INSTRUMENTOS Y SEÑALES

SIMBOLOS			
	LOCALIZACIÓN PRINCIPAL NORMALMENTE ACCESIBLE AL OPERADOR SALA DE CONTROL	MONTADO EN CAMPO	LOCALIZACIÓN AUXILIAR NORMALMENTE ACCESIBLE AL OPERADOR MONTADO EN PANEL LOCAL
INSTRUMENTOS DISCRETOS			
CONTROL Y DISPLAY DISTRIBUIDO			
FUNCION COMPUTARIZADA			
CONTROL LOGICO PROGRAMABLE			

PT: TRANSMISOR INDICADOR PRESION	VI: INDICADOR VIBRACION
PIC: CONTROL INDICADOR DE PRESION	F.O: FAIL OPEN (FALLA ABIERTA)
HS: HAND SWITCH	F.C: FAIL CLOSE (FALLA CERRADA)
TE: ELEMENTO TEMPERATURA	VSS ARRANCADOR SUAVE
FV: VALVULA FLUJO	 CAUSA DE INTERLOCK
PCV: VALVULA CONTROL DE PRESION	 MOTOR ELECTRICO
PSV: VALVULA DE SEGURIDAD DE PRESION	HH: HIGH-HIGH
SV: VALVULA SOLENOIDE	H: HIGH
PDIT: TRANSMISOR INDICADOR DIFERENCIAL DE PRESION	L: LOW
PD: INDICADOR DIFERENCIAL PRESION	LL: LOW-LOW
UI: INDICACIONES UNIVERSALES	FE: ELEMENTO FLUJO
UA: ALARMAS UNIVERSALES	U/S: ULTRASONICO
ZL: INDICADOR DE POSICION	FTT: TRANSMISOR INDICADOR FLUJO
L/R: LOCAL/REMOTO	FIG: CONTROL INDICADOR DE FLUJO
S/S: START/STOP	P: PRESION
VT: TRANSMISOR VIBRACION	F: FLUJO
PY: DISPOSITIVO COMPUTARIZADO	

Figura 15. Simbología utilizada.