



**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL  
LITORAL**  
Facultad de Ingeniería en Electricidad y  
Computación



# INFORME DEL COMPONENTE PRÁCTICO PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE MAGISTER EN AUTOMATIZACION Y CONTROL INDUSTRIAL

## **Título**

“DISEÑO DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN DEL  
CALENTAMIENTO DEL AGUA Y LA FABRICACIÓN DE LÁTEX”

AUTOR: ING. GASTÓN ALEXANDER CASSAGNE MARTÍNEZ

GUAYAQUIL, ECUADOR  
AÑO 2015

# AGRADECIMIENTO

Gratitud a Dios por permitirme alcanzar un logro profesional más, a mi familia que son el pilar del cual me sostengo y a mis maestros por saberme guiar durante la especialización.

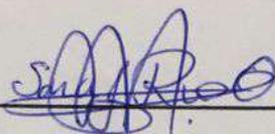
# DEDICATORIA

A mi esposa Lorena Cajape de Cassagne

A mis hijos Alexander y Valerie

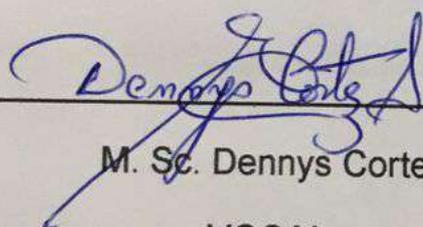
A mis padres Beatriz y Gastón

# TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



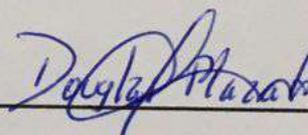
M. Sc. Sara Ríos

PRESIDENTE



M. Sc. Denny Cortez

VOCAL



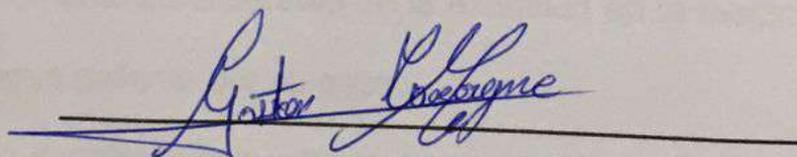
Ph. D. Douglas Plaza

VOCAL

# DECLARACIÓN EXPRESA.

“La responsabilidad del contenido de este informe profesional, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL.”

Art. 12 del Reglamento de Graduación

A handwritten signature in blue ink, reading "Gastón Alexander Cassagne Martínez", is written over a horizontal line.

Ing. Gastón Alexander Cassagne Martínez

## RESUMEN

Se analizó el proceso de fabricación de látex. Se identificaron las deficiencias y se hicieron las propuestas de mejoras. Las propuestas de mejoras se realizaron en dos áreas: área de calentamiento del agua y área de obtención del látex. En la primera se propuso mejorar el control de temperatura de manera automatizada y el control del volumen de agua a calentar. En la segunda área se propuso adicionar el monitoreo de la concentración del látex.

La instrumentación requerida para llevar a cabo estas mejoras, así como la instalación del PLC S7-1200 se proporcionó en la ingeniería básica, en la ingeniería de proyecto y en la ingeniería de detalle.

Como resultado de las simulaciones realizadas se verifican mejoras sustanciales en la calidad del producto:

- Estabilización de la temperatura del agua a 60° C.
- Aumento considerable de la exactitud en la medición del volumen de agua caliente por su peso.
- Aumento de la exactitud del agua trasvasada a cada reactor químico
- Monitoreo de la concentración del látex producido.

## ÍNDICE GENERAL.

RESUMEN .....	6
ÍNDICE GENERAL .....	7
ÍNDICE DE FIGURAS .....	9
ÍNDICE DE TABLAS .....	11
INTRODUCCIÓN .....	12
CAPÍTULO I .....	15
METODOLOGÍA TECNOLÓGICA IMPLEMENTADA .....	15
1.1 FUNCIONAMIENTO DEL DIAGRAMA DE CONTROL Y DEL PROCESO ANTES DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL .....	15
CAPÍTULO II .....	26
RESULTADOS OBTENIDOS.....	26
2.1 Elección de elementos para el área de calentamiento del agua.....	27
2.1.1 Selección del sensor de temperatura.....	27
2.1.2 Selección de las galgas extensométricas .....	29
2.1.3 Selección del detector de nivel por horquilla vibrante .....	30
2.1.4. Selección de la válvula de control.....	31
2.2 Elección de los elementos propuestos para el área de producción de látex	35
2.2.1 Selección del sensor de concentración.....	36
2.2.2 Selección de las válvulas del tipo on-off .....	37
2.2.3 Selección de la bomba tipo lóbulo .....	38
2.2.4 Selección del PLC.....	39
2.3 Automatización del área de reactores químicos.....	41
2.4 Diseño del esquema de conexión y protección del motor eléctrico del mezclador .....	49
2.4.1 Exigencias a los esquemas de conexión-desconexión de motores trifásicos.....	49
2.4.2 Elección de los elementos del circuito de alimentación del motor .....	53
2.5 Diagrama unifilar de fuerza del motor del mezclador .....	60
2.6 Diagrama de control.....	62

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....	63
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	64
BIBLIOGRAFÍA. ....	66
ANEXO 1 .....	68
ANEXO 2 .....	69
ANEXO 3 .....	70
ANEXO 4 .....	71
ANEXO 5 .....	72
ANEXO 6 .....	73

## ÍNDICE DE FIGURAS

Número	Título	Página
Figura 1.1	Diagrama de funcionamiento del proceso de calentamiento del agua para la fabricación del látex	16
Figura 1.2	Indicador a siete segmentos del sensor sonda Pt100 instalado en la tubería de vapor	17
Figura 1.3	Diagrama unifilar de la conexión de potencia de las bombas de agua fría y caliente	20
Figura 1.4	Diagrama de tuberías e instrumentación (P&ID) de uno de los reactores químicos	22
Figura 1.5	Bomba de diafragma instalada a la salida de cada reactor químico	24
Figura 2.1	Diagrama del proceso automatizado de calentamiento y fabricación de látex	27
Figura 2.2	Sensor RTD del tipo Pt100, de cuatro hilos con transmisor del tipo SITRANS TS500	28
Figura 2.3	Galga extensométrica tipo anillo flexible de la serie SIWAREX R y módulo de procesamiento de la información para el PLC	30
Figura 2.4	Detectores de nivel por láminas vibrantes de la serie LD61N	31
Figura 2.5	Instalación que recomienda el fabricante Spirax/Sarco	32
Figura 2.6	Tablas de selección de la válvula autoaccionada	34
Figura 2.7	Detalle de la válvula de aislamiento, control tipo 130 y sensor	35
Figura 2.8	Sensor LiquiSonic® incorporado en la válvula de salida inferior del reactor	36
Figura 2.9	Válvula de compuerta de Masoneilan	37
Figura 2.10	Bomba de engranes (gear pump) o de lóbulos	39
Figura 2.11	PLC S7-1200, vista frontal de la CPU seleccionada	40
Figura 2.12	Configuración básica del PLC de Siemens del S7-1200	41
Figura 2.13	Reactor químico vacío	42
Figura 2.14	Llenado inicial del reactor químico	43
Figura 2.15	Llenado total del reactor químico	44
Figura 2.16	Control de la temperatura del producto	45
Figura 2.17	Vaciado del reactor químico	47
Figura 2.18	Estado de la instrumentación para el reactor vacío	48
Figura 2.19	Curvas para la determinación de la corriente de cortocircuito	56
Figura 2.20	Termomagnéticos de caja moldeada 3VT1 de Siemens	57
Figura 2.21	Tabla de selección del calibre y tipo del cable alimentador	57

Figura 2.22	Contactador SIRIUS 3RT20	60
Figura 2.23	Diagrama unifilar para la alimentación del motor del mezclador	61
Figura 2.24	Diagrama de control del motor del mezclador	62

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla</b>	<b>Nombre de la tabla</b>	<b>Página</b>
1	Datos del motor del agitador para el calentamiento del agua	25

## INTRODUCCIÓN

Históricamente, los sistemas de control por lotes fueron diseñados de manera individual para mantener una disposición básica del equipamiento de la planta. Sin embargo, ellos carecían de la habilidad para transformarse y adecuarse a la producción de nuevos productos sin tener que modificar los sistemas de control. Aquellos esquemas no se prestaron, por sí mismos, a funcionar por recetas o a la integración con los sistemas de dirección de manufactura industrial.

Los actuales sistemas están habilitados para dar repuestas a nuevas y diferentes recetas que emplean el mismo equipamiento de la planta, pero en diferentes combinaciones.

Para encarar los procesos por lotes se requiere estructurar las actividades del control por lotes en tareas fáciles de entender, elegir y diseñar para dirigir los sistemas de control.

Los factores económicos y técnicos que hacen que el proceso por lotes sea mejor que los procesos continuos son [Hegyháti, Friedler. 2010]:

- Los procesos por lotes, a menudo consisten en operaciones unitarias realizadas en unidades del proceso simples tales como los mezcladores o los agitadores.
- La unidad de procesamiento por lotes puede ser de múltiple propósito pudiendo ser empleada para varias fases del proceso por lote y puede soportar la manufactura de múltiples productos con facilidad.
- Las plantas de manufactura por lotes son comparativamente más robustas que una continua.
- Las facilidades de los procesos de manufactura por lotes son fácilmente escalables dependiendo de la demanda del mercado y los requerimientos

Actualmente la industria química requiere de la automatización de los procesos de producción por lotes debido a las elevadas exigencias en la calidad de los productos químicos.

En estas fábricas generalmente se realiza una producción por lotes, donde se requiere el mezclado mediante palas mezcladoras accionadas por un motor de inducción durante cierto tiempo, según los componentes a mezclar y vaciar la mezcla para su posterior uso en el proceso de producción.

Los aspectos a tener en consideración son: la adición y mezcla uniforme de los componentes químicos, la conexión y desconexión del motor mezclador y la protección del personal y del medio ambiente en las áreas de mezcla.

El uso de sistemas de control secuencial se hace cada vez más indispensable para dar cumplimiento a estos objetivos y disminuir el consumo tanto de componentes químicos como de energía.

En la fábrica de látex POLIQUÍN se solicitó la automatización de sus procesos unitarios tales como el calentamiento de agua y la fabricación de látex en tres reactores químicos. Para satisfacer la solicitud de un proyecto de automatización se realizaron las ingenierías: básica, de proyecto y de detalle. Un breve resumen de ellas se expone en este Informe del Componente Práctico.

## **CAPÍTULO I**

### **METODOLOGÍA TECNOLÓGICA IMPLEMENTADA**

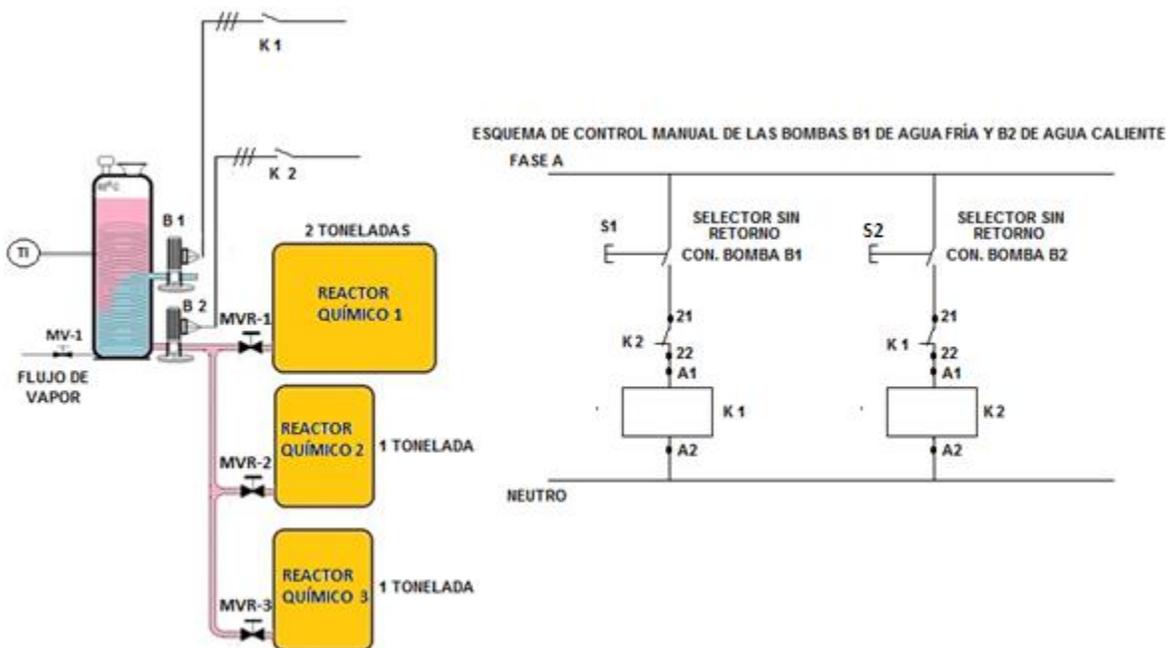
#### **1.1 FUNCIONAMIENTO DEL DIAGRAMA DE CONTROL Y DEL PROCESO ANTES DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL**

En la fábrica de látex POLIQUÍN, de Guayaquil, se tiene un tanque de calentamiento de agua hasta los 60° C para la fabricación de látex. La capacidad del tanque es de cuatro toneladas, las mismas que se emplean en su totalidad para la fabricación de látex.

El agua caliente se trasvasa a los reactores químicos para la fabricación. Los reactores son tres, uno de capacidad de dos toneladas y los otros dos de capacidad de una tonelada cada uno.

Para el llenado y vaciado del tanque de calentamiento de agua se tiene en un tablero, los elementos de maniobra requeridos para el control manual de las operaciones.

El funcionamiento del sistema de control y del proceso se realiza con base a la figura 1.1.



**Figura 1.1. Diagrama de funcionamiento del proceso de calentamiento del agua para la fabricación del látex.**

El proceso comienza con el llenado del tanque de calentamiento con agua a temperatura ambiente. Para ello se acciona el selector sin retorno S1, el cual selecciona la posición para el llenado del tanque con agua fría.

Cuando el operario determina que el nivel de agua en el tanque es el nivel marcado en el tubo de cristal del sensor de nivel conmuta a la posición desconexión de la bomba de agua fría y la misma se desconecta.

Estando lleno el tanque se comienza a calentar el agua en su interior, para lo cual el operario abre la válvula manual MV-1 de vapor y espera cierto tiempo hasta que la temperatura en el indicador de temperatura de la sonda Pt100 indique que la temperatura del agua es de 60° C, la regulación de ese valor se efectúa sistemáticamente por el operario observando la indicación en el indicador a 7 segmentos del sensor sonda Pt100. La imagen de este sensor se muestra en la figura 1.2.



**Figura 1.2 Indicador a siete segmentos del sensor sonda Pt100 instalado en la tubería de vapor.**

Una vez que se han cumplido estos requerimientos se puede comenzar a trasvasar agua hacia el reactor que esté vacío para la fabricación de látex.

Para la conexión de la bomba de trasvase del agua caliente B2 se emplea el selector sin retorno S2, mostrado en el dibujo de la figura 1.1.

Cuando se conmuta a la posición conexión de la bomba B2 la misma comienza el vaciado del tanque de calentamiento. Esto ocurre hasta que el operario determina que ha trasvasado una cantidad de agua correspondiente a dos toneladas para el primer reactor o una para los otros dos.

Terminada esta operación de trasvase y según las indicaciones para la operación del tanque de calentamiento, con el agua restante solo se permite llenar solo un reactor químico de una tonelada.

Después de esto se comienza nuevamente a llenar el tanque de calentamiento de manera que siempre existan cuatro toneladas de agua caliente a 60° C en el tanque.

Por tanto las operaciones del operario se repiten sistemáticamente hasta finalizada la jornada de trabajo.

En la figura 1.3 se muestra la conexión de las bombas de agua fría y caliente con su diagrama unifilar. El esquema de conexión consta del breaker termo magnético principal Q38, de los breaker de protección de cada bomba Q1 y Q2, los contactores K1 y K2 y los guardamotores G1 y G2. El diagrama de control manual fue mostrado en la figura 1.1.

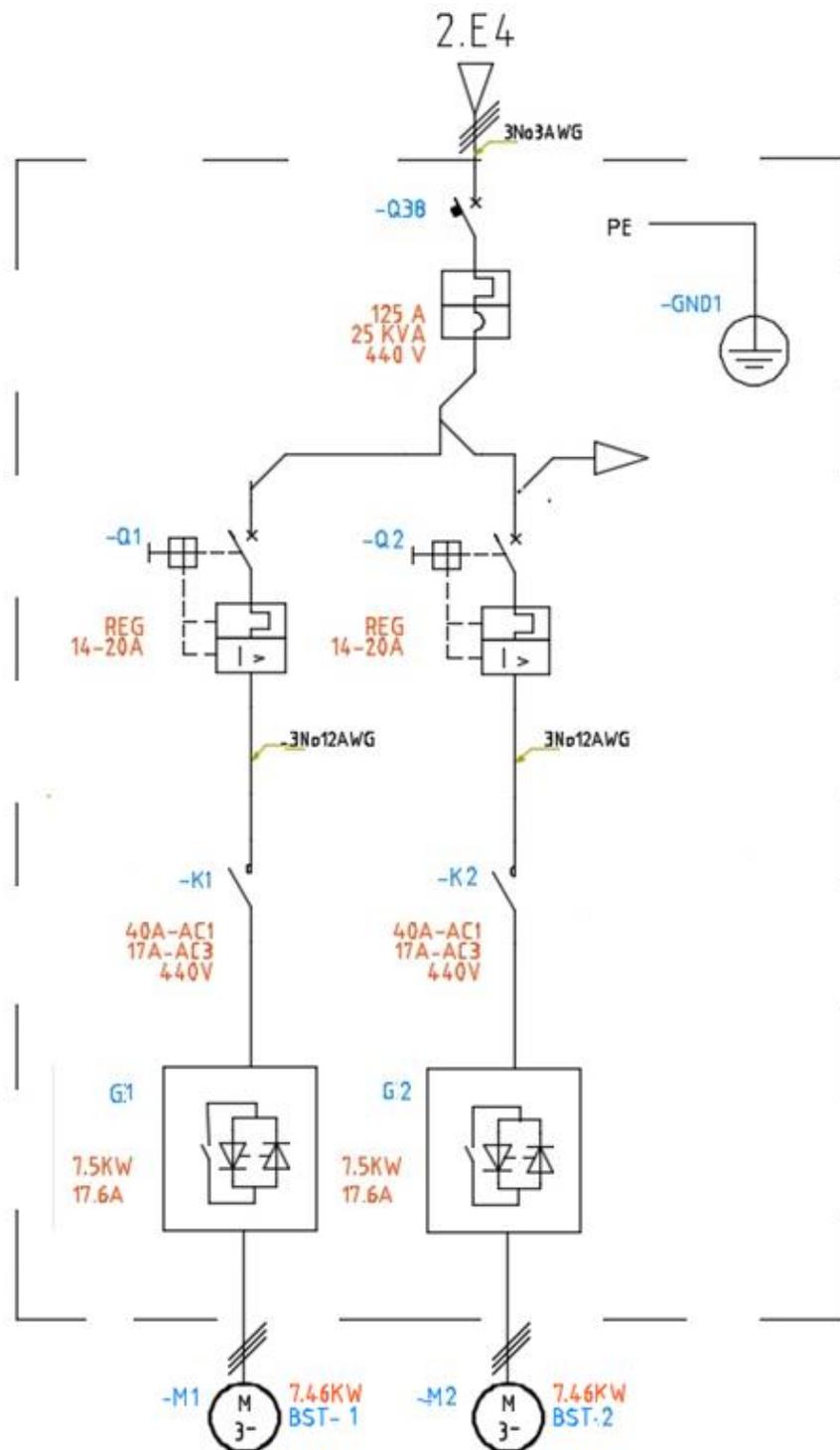


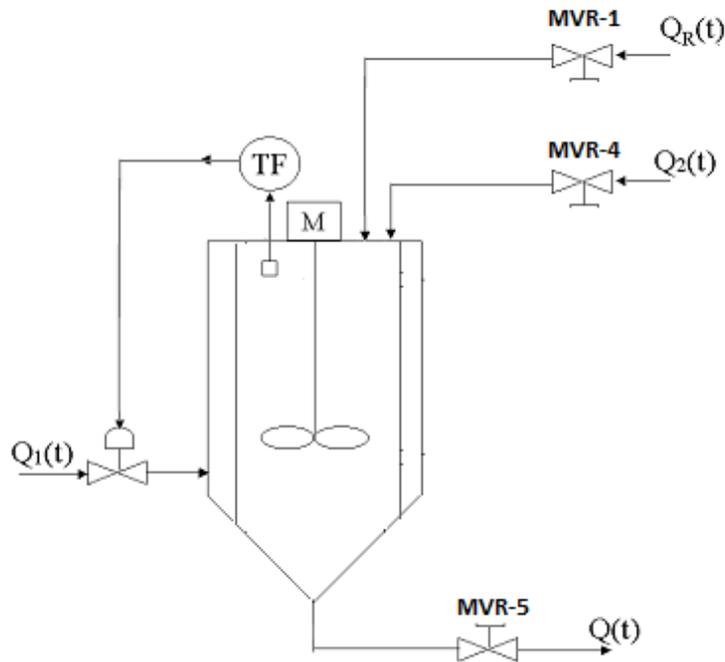
Figura 1.3 Diagrama unifilar de la conexión del circuito de potencia de las bombas de agua fría y caliente.

En el área de calentamiento del agua para el látex se detectaron los siguientes problemas:

- El control de la temperatura del agua en el tanque es manual. Se efectúa actuando directamente sobre una válvula manual en la tubería de entrada del vapor al tanque enchaquetado observando la lectura de la temperatura en un indicador local digital a 7 segmentos conectado a una sonda Pt100.
- El tanque para el calentamiento del agua se llena hasta una marca hecha en el sensor de nivel de cristal externo observada por el hombre desde más de metro y medio de distancia dado que el tablero con las botoneras de conexión y desconexión de las bombas está ubicado a esa distancia del tanque de calentamiento.
- Las maniobras de conexión y desconexión de las bombas para el llenado y vaciado del tanque no están automatizadas, su manipulación es manual, lo que implica inexactitudes de nivel en el tanque.
- El líquido no está siendo agitado, incidiendo esto en que la temperatura no es homogénea en toda la altura del líquido en el tanque.

Para la fabricación del látex se tienen tres reactores químicos, que tienen la misma instrumentación instalada. Esta instrumentación se corresponde con el control de la temperatura del reactor. Los reactores tienen una capacidad de: dos toneladas el mayor y una tonelada los dos pequeños.

Hay varios esquemas de control de la concentración del componente en la corriente de salida del reactor, el mejor es aquel que mide directamente la concentración. Para efectuar esta medición se emplean sensores de concentración, los cuales presentan los inconvenientes de altos costos.



**Figura 1.4. Diagrama de tuberías e instrumentación (P&ID) de uno de los reactores químicos.**

En la figura 1.4 se muestra un dibujo de uno de los reactores químicos con control manual de las válvulas de llenado y vaciado.

La instrumentación y los medios técnicos de control instalados en los reactores químicos es para controlar la concentración mediante la medición de temperatura, ya que cualquier cambio en la concentración de entrada, en el flujo de entrada, en

la temperatura del flujo de entrada afectan en un tiempo mayor o menor el valor de temperatura del producto que a su vez, varía la concentración del producto.

El proceso comienza a funcionar a partir de que se recibe el agua caliente y el reactante para la fabricación de látex con la densidad adecuada, para posteriormente fabricar pintura.

Luego de llenado el tanque del reactor, lo cual se realiza mediante estimación del nivel con un sensor de nivel de cristal, se cierran las válvulas manuales y se comienza el control automático de la temperatura de la reacción, así como la agitación del contenido del reactor.

Después de transcurrir el tiempo de residencia, estimado por el operario, se abre la válvula MVR-5 y mediante una bomba de lóbulo se extrae el látex hacia los tanques de almacenamiento del producto hasta que el reactor quede vacío.



**Figura 1.5 Bomba de diafragma instalada a la salida de cada reactor químico.**

En el área de obtención de látex se detectaron las siguientes deficiencias:

- Los reactores no tienen sensores de nivel.
- En los reactores químicos no hay control directo de la concentración por lo cual la culminación del proceso se estima por el tiempo de residencia del producto en el reactor.
- La bomba de diafragma instalada proporciona un flujo intermitente por lo cual la medición del flujo de látex fabricado es inexacto.

El motor para el agitador que se empleará coincide con los motores de los agitadores en los reactores químicos existentes y sus datos son:

Tabla 1.1 Datos del motor del agitador para el calentamiento del agua

Potencia nominal	4.5kW	Eficiencia	84.5%
Velocidad nominal	875 rpm	$\cos \phi$	0.64
Corriente nominal	19.4A	Momento de inercia	0.122 kgm <sup>2</sup>
Momento nominal	48.16 Nm	Peso del motor	97.7 kg

## CAPÍTULO II

### RESULTADOS OBTENIDOS

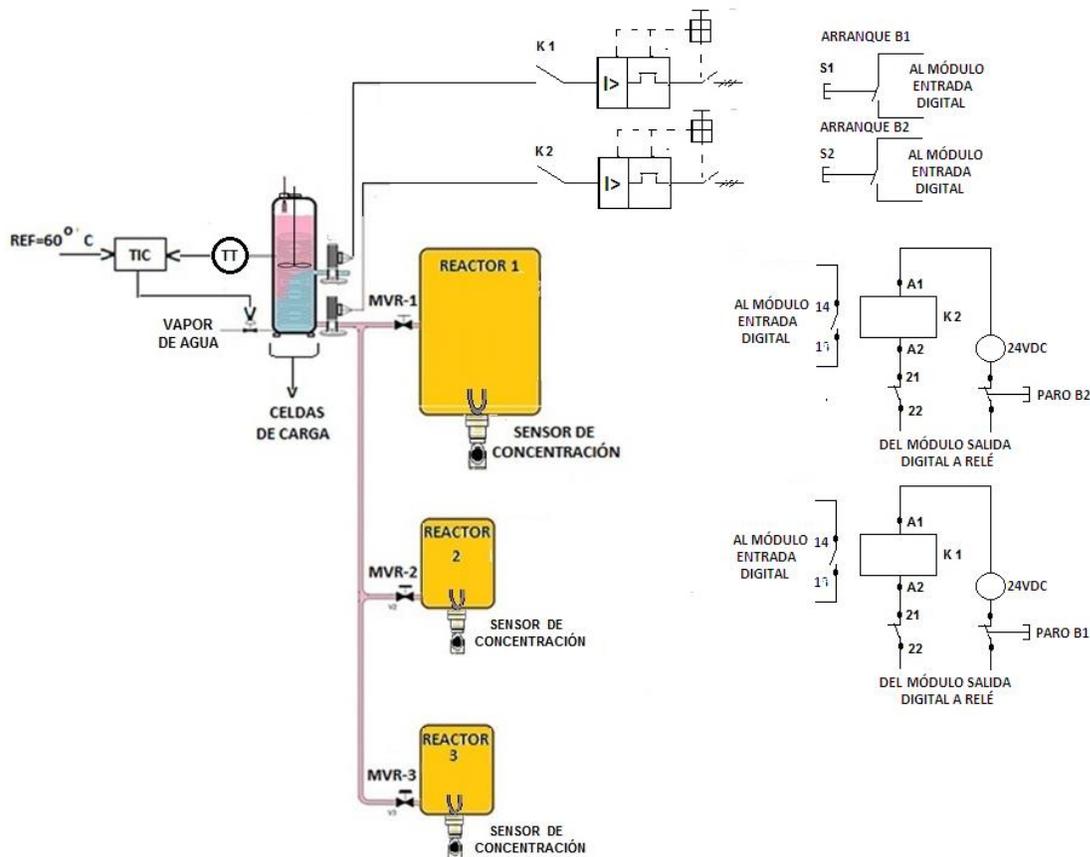
Con el fin de eliminar las deficiencias detectadas y expuestas en el capítulo anterior se propusieron la instalación de otros elementos de control y medición empleando un autómata programable (PLC).

El diagrama de control de la solución propuesta se muestra en la figura 2.1.

Automatizar el sistema introduciendo, en el área de calentamiento del agua:

- Instalación de un PLC S7-1200.
- Instalación de las celdas de carga para controlar, de manera más exacta, el peso del volumen de agua a calentar, mediante el PLC propuesto.
- Instalar un sensor de horquilla y comunicarlo con el PLC para la alarma de nivel alto.
- Controlar la temperatura a través del flujo de vapor mediante el PLC.

- Se propone instalar un agitador para lograr la homogenización de la temperatura del líquido en el tanque.



**Figura 2.1. Diagrama del proceso automatizado de calentamiento y fabricación de látex.**

## 2.1 Elección de elementos para el área de calentamiento del agua

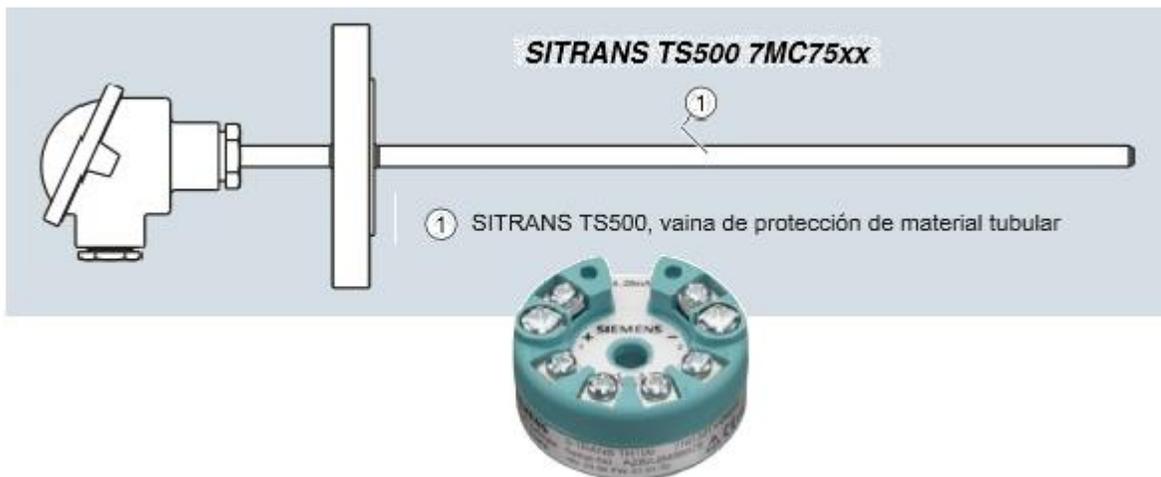
### 2.1.1 Selección del sensor de temperatura

Los termómetros de resistencia (RTD) Industriales ofrecen grandes beneficios en exactitud y estabilidad. Las tolerancias de temperatura especificadas en la norma IEC-751 para sensores industriales se clasifican en clase A y B y se refieren a la exactitud de las tolerancias. A es más estricta que B.

Las ventajas que tiene emplear este tipo de sensor de temperatura son:

- Muy estable
- Amplio alcance de operación
- Buena exactitud
- Mejor linealidad que el termopar
- Excelente intercambiabilidad

Presenta un amplio rango de medición que está entre  $-260...+850$  °C (platino). El sensor de temperatura se selecciona considerando que la temperatura del agua debe quedar controlada a  $60^{\circ}$  C, magnitud que no debe excederse para alcanzar la calidad requerida del látex a obtener. Se selecciona así un sensor RTD del tipo Pt100, de cuatro hilos con transmisor del tipo SITRANS TS500.



**Figura 2.2. Sensor RTD del tipo Pt100, de cuatro hilos con transmisor del tipo SITRANS TS500**

### **2.1.2 Selección de las galgas extensométricas**

La magnitud a ser medida es el peso del tanque más el peso de cuatro toneladas de agua en el tanque de calentamiento. Siemens ofrece dos series de células de carga: SIWAREX R y SIWAREX WL200. Ambas series están equipadas con galgas extensométricas (GEX). Se utilizan para medir pesos estáticos y dinámicos.

Con las distintas series de galgas extensométricas se cubren rangos de capacidades nominales comprendidos entre 3 kg y 280 t. Las series disponibles destacan por sus características tales como: versión en acero inoxidable para una elevada resistencia a la corrosión, envolvente hermética para la aplicación en entornos rudos o corrosivos y tamaño compacto para un montaje fácil.

Esto hace que las células de carga SIWAREX sean adecuadas para casi todas las aplicaciones relacionadas con el pesaje industrial (por ej. para básculas de depósito y tolva, básculas de plataforma, básculas de puente, básculas híbridas, etc.). Todas las series están homologadas para su uso en balanzas con verificación obligatoria de la clase III según EN 45501 y cumplen la norma OIML R60



**Figura 2.3. Galga extensométrica tipo anillo flexible de la serie SIWAREX R y módulo de procesamiento de la información SIWAREX WP231 para el PLC.**

### **2.1.3 Selección del detector de nivel por horquilla vibrante**

Se selecciona el detector de la serie LD61. Este detector de nivel se recomienda para líquidos y sólidos y su principio de funcionamiento es por horquilla vibrante. Presenta un sistema compacto y de gran robustez, gran resistencia a altas temperaturas y presiones. Tiene además posibilidad de selección de activación, con o sin presencia de producto. No tiene piezas móviles y requiere de muy poco mantenimiento.

El detector LD61N se basa en la variación de la frecuencia de resonancia de dos láminas vibrantes de una horquilla, cuando éstas entran en contacto con un líquido. Esta variación es detectada por la electrónica interna y se utiliza para determinar el estado de la salida. La señal de salida digital que el mismo proporciona se emplea

en esta instalación para decretar alarma por alto nivel de agua en el tanque. La presencia de turbulencia, espuma o burbujas no distorsiona su funcionamiento.



**Figura 2.4. Detectores de nivel por láminas vibrantes de la serie LD61N**

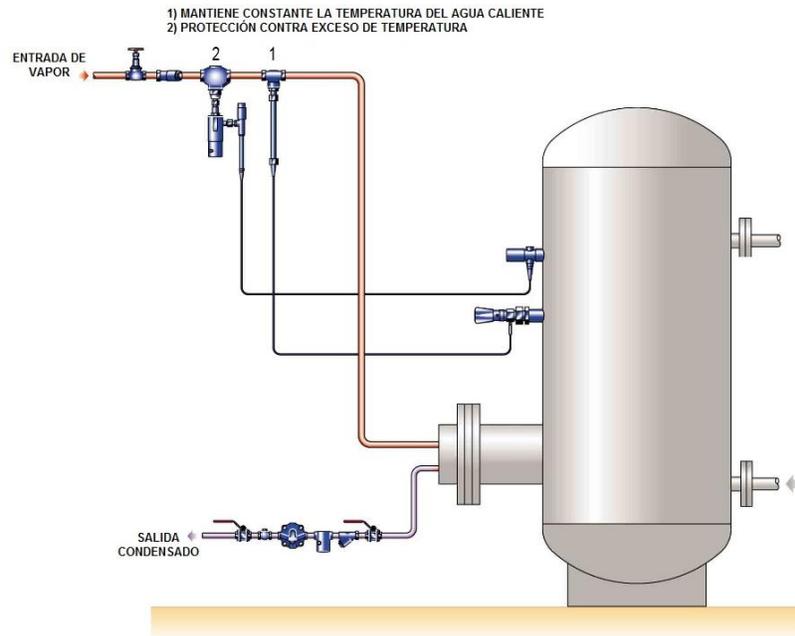
Áreas de aplicación:

Aplicaciones de control en circuitos de bombeo, de detección de nivel en depósitos abiertos o cerrados o tuberías, depósitos de agitación, canales abiertos, columnas de destilación, desgasificadores, silos, etc. Sus características se proporcionan en el anexo 2.

#### **2.1.4. Selección de la válvula de control**

La válvula de control seleccionada es del tipo de auto accionamiento. En la figura 2.5 se muestran un dibujo de la instalación que recomienda el fabricante Spirax/Sarco.

Para su selección se emplearon las tablas que se muestran en la Figura 2.6



**Figura 2.5. Instalación que recomienda el fabricante Spirax/Sarco.**

En la Figura 2.7 se muestra el detalle de la válvula de aislamiento para la protección contra exceso de temperatura.

La operación unitaria a realizar es de calentamiento de agua y la firma Spirax/Sarco proporciona un tipo de válvula con control de temperatura auto accionado con características tales como:

- Recomendadas para el uso en áreas explosivas y áreas húmedas.
- En almacenaje y aplicaciones de carga constante controlarán al valor predeterminado.

- Alta fiabilidad ya que los controladores operan a través de la expansión de un líquido dentro de fuelles libres de fricción, por lo que tienen una larga vida libre de mantenimiento con gran repetitividad.
- Son muy fáciles de usar ya que 'calibrar y olvidar' es el método normal de uso de las válvulas de control autoaccionadas.
- Presentan gran facilidad de instalación ya que los controles de temperatura autoaccionados se instalan con una sola operación mecánica.
- Tienen una facilidad de ajuste adecuada al ajuste en campo por un operador. Normalmente el operador o ajustador solo tiene que programar la temperatura requerida.

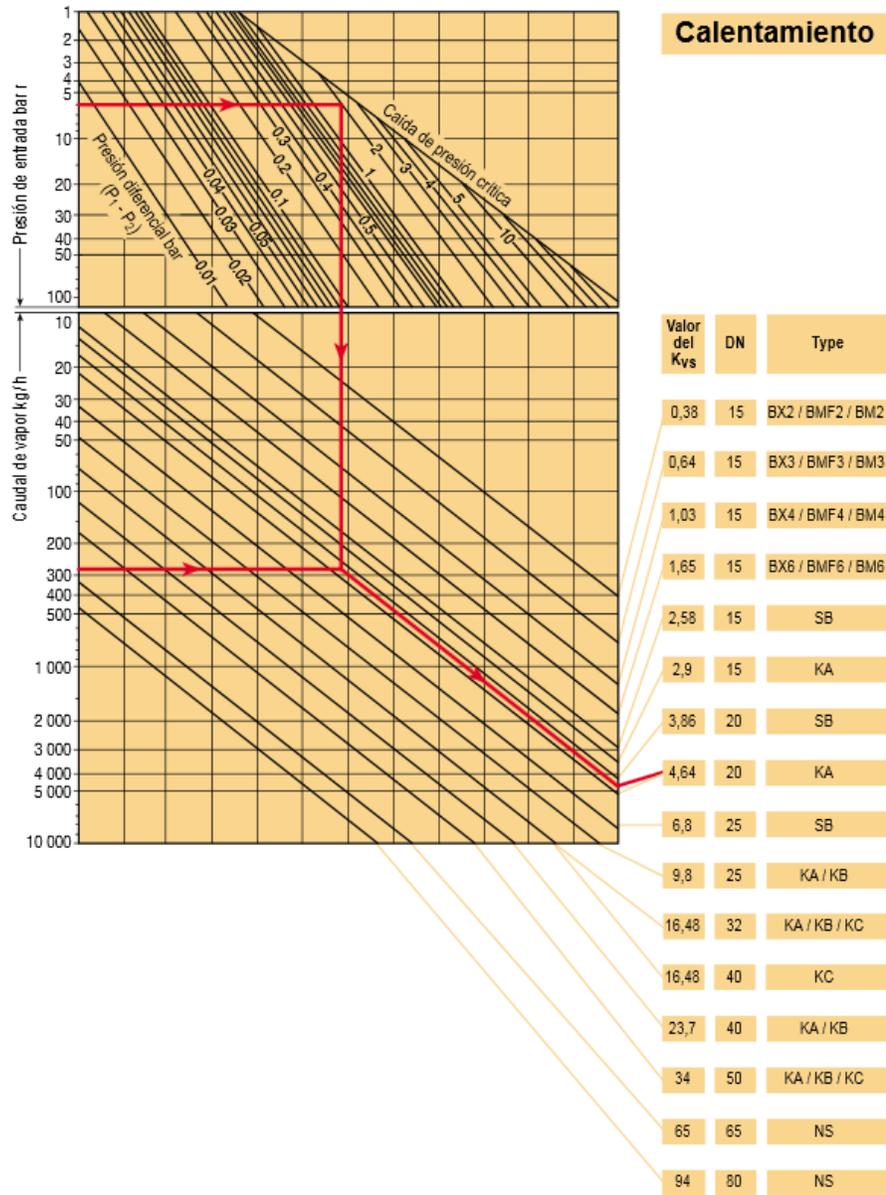


Figura 2.6 Tablas de selección de la válvula autoaccionada.



**Figura 2.7. Detalle de la válvula de aislamiento, control tipo 130 y sensor.**

## 2.2 Elección de los elementos propuestos para el área de producción de látex

- En el área de los reactores químicos se propone la instalación de un sensor de concentración de manera que se sepa con exactitud cuándo el producto está listo para detener el trabajo del reactor y extraer la producción en el momento correcto,
- En esta misma área se propone sustituir las válvulas manuales por válvulas del tipo on-off.

- Se propuso la sustitución de las bombas de diafragmas por las bombas de engrane del tipo lóbulo.
- Se propone un sistema SCADA para poder observar el proceso desde un puesto central de monitoreo y control.

### 2.2.1 Selección del sensor de concentración

Para la medición de la concentración de manera directa en los reactores se propuso el empleo de los sensores de inmersión Ex BOV. El sensor de inmersión Ex BOV (Bottom Outlet Valve) se incorpora en la propia válvula de salida del fondo del reactor. La combinación innovadora y rentable del sensor y la válvula es una solución ideal de proceso para aplicaciones analíticas en la industria química. Situado en el fondo del tanque, esta combinación proporciona un punto de entrada adecuado para la monitorización del proceso a tiempo real sin necesidad de conexiones de proceso adicionales. No es necesaria ninguna modificación del tanque existente. La gama de temperaturas de funcionamiento es hasta 200°C y puede trabajar bajo presiones de proceso de hasta 500bar, por lo que su rango cubre los valores de estas variables en los reactores químicos.



**Figura 2.8 Sensor LiquiSonic® incorporado en la válvula de salida inferior del reactor.**

### 2.2.2 Selección de las válvulas del tipo on-off

Ya que, sistemáticamente se llena un solo reactor químico, mientras que los otros dos o están produciendo el látex o está siendo descargados o están en espera para ser rellenados se requieren válvulas de control que permitan ser gobernadas para abrir o para cerrarse a distancia y de manera automática. Como se sabe, este tipo de válvula se denomina a veces como válvula on-off. Este tipo de válvula puede ser elegida como de compuerta, de macho o de bola. Considerando que se busca disminuir los costos de la automatización y que la temperatura del agua limpia que fluye por la válvula (líquido poco no agresivo, de poca erosión) debe mantenerse en 60° C se elige una válvula de control on-off del tipo compuerta, con cuerpo de latón/bronce/hierro y juntas de NBR<sup>1</sup> (nitrilo caucho)



**Figura 2.9. Válvula de compuerta de Masoneilan.**

---

<sup>1</sup> Elastómero compatible con la mayoría de las aplicaciones con aire, agua o fuel doméstico. Sus temperaturas de utilización van en el rango de -20° C hasta 90° C, lo que permite el empleo con agua caliente a 60° C.

### **2.2.3 Selección de la bomba tipo lóbulo**

Como ya se mencionó con antelación, en la planta existen bombas de diafragmas para el trasvase del látex producido a los tanques de almacenamiento y de aquí al medio de transporte para su comercialización.

Estas bombas tienen el inconveniente que proporcionan un flujo intermitente (pulsante) lo cual dificulta la medición exacta del flujo de látex a medir y a contabilizar como producción de la planta.

La propuesta formulada a Poliquín es cambiar las bombas por bombas de engranes, las cuales pueden trabajar en presencia de líquidos viscosos (la viscosidad del látex es a 20° C de 200 a 600) a temperaturas superiores a la temperatura ambiente y proporcionar un fluido bastante regular (laminar).



**Figura 2.10 Bomba de engranes (gear pump) o de lóbulos**

Así los resultados esperados con la propuesta de proyecto de diseño de la instalación en la fábrica de látex son:

Dado que la temperatura del agua se logra mantener con exactitud, la cantidad de agua caliente trasvasada a los reactores es medida con exactitud y la concentración del producto es medida se mejora la calidad del látex producido. Con esto además se logra minimizar las pérdidas del producto por falta de calidad del látex.

#### **2.2.4 Selección del PLC**

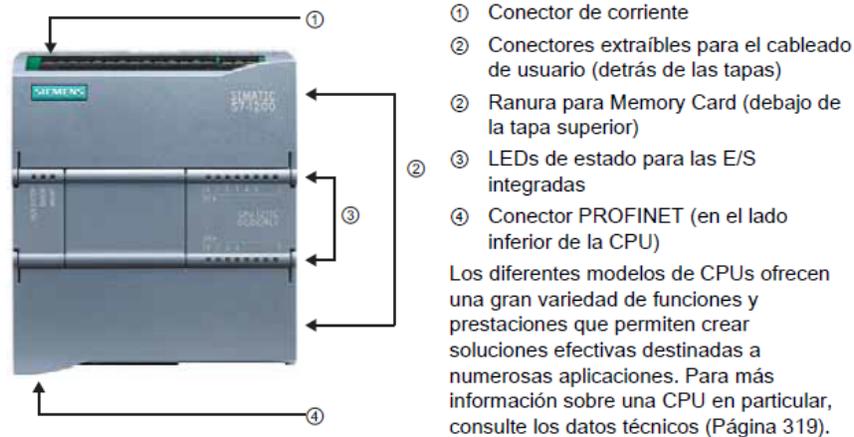
Principalmente la solución se justifica porque estos equipos, además de poseer una elevada confiabilidad, están diseñados para trabajar en ambientes industriales con altos niveles de ruido, suciedad, elevadas temperaturas y altos

niveles de humedad. Además, la solución que está implementada no permite ampliaciones ni modificaciones ya que se basa en lógica cableada.

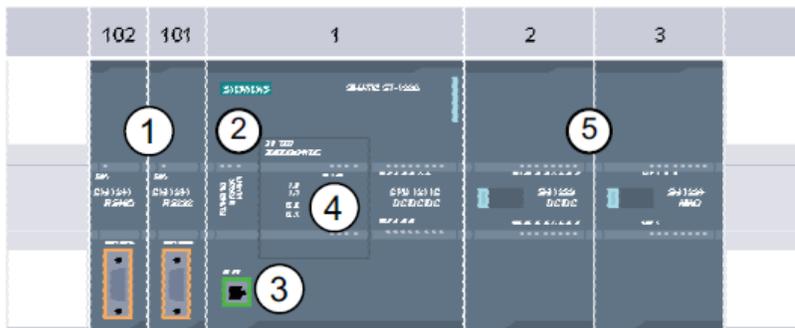
Un sistema de control con PLC consiste, como mínimo, en un módulo de controlador programable y los módulos de E/S en un único chasis con una fuente de alimentación eléctrica.

Los autómatas Siemens de procedencia alemana, presentan una estructura robusta y compacta. Exhiben una gran flexibilidad pues presentan diferentes gamas que se destinan a tareas de bajo, media y gran alcance.

- Tipo de CPU seleccionada: 1214C
- Tensión de alimentación: 24 VDC
- Velocidad de ejecución booleana: 0.1us/instrucción



**Figura 2.11. PLC S7-1200, vista frontal de la CPU seleccionada.**



- ① Módulo de comunicación (CM): máx. 3, insertados en los slots 101, 102 y 103
- ② CPU: Slot 1
- ③ Puerto Ethernet de la CPU
- ④ Signal Board (SB): máx. 1, insertada en la CPU
- ⑤ Módulo de señales (SM) para E/S digitales o analógicas: máx. 8, insertados en los slots 2 a 9 (la CPU 1214C permite 8, la CPU 1212C permite 2, la CPU 1211C no permite ninguno)

**Figura 2.12. Configuración básica del PLC de Siemens del S7-1200**

### 2.3 Automatización del área de reactores químicos

A continuación se expone brevemente las ideas centrales en la automatización de uno de los reactores químicos de Poliquín.

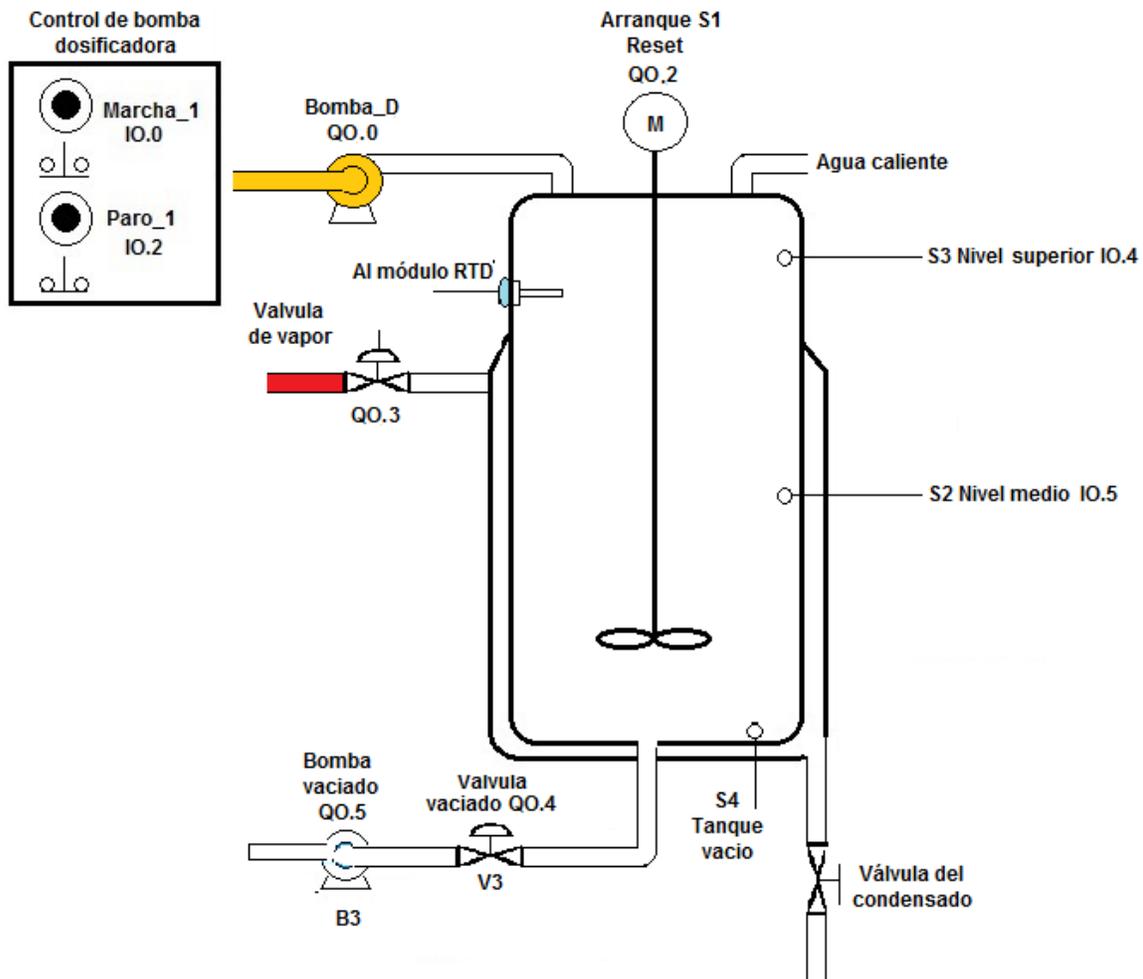
Problema a resolver

Con los elementos de control:

- Botones de Arranque (S1) y Reset,
- Bomba de agua caliente Bomba\_2,
- Bomba de dosificación Bomba\_D
- Sensores de nivel S2, S3 y S4,
- Válvula de vapor,
- Válvula de vaciado V3,
- Sensor de temperatura T

➤ Bomba de vaciado B3

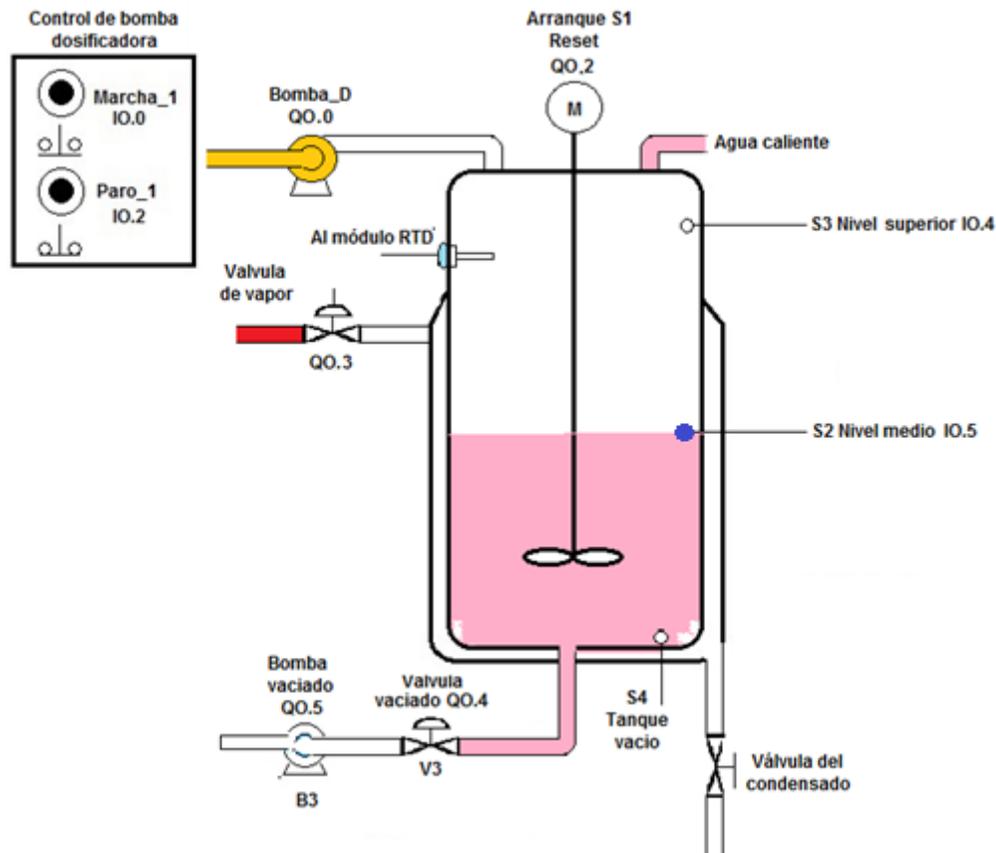
Se requiere automatizar el proceso de producción por lotes dado en las figuras 2.13



**Figura 2.13. Reactor químico vacío.**

Las operaciones a realizar y automatizar son:

1. Verter en el tanque del reactor el agua caliente desde la instalación de calentamiento de agua hasta alcanzar un peso de W1 ton., medido por el nivel S2,



**Figura 2.14. Llenado inicial del reactor químico.**

Para realizar esta operación se acciona el conmutador S1, el cual aplica un uno lógico a la entrada IO.1 del PLC como indicación de que comienza la carga del reactor químico. La carga del reactor se inicia con el trasvase de agua caliente desde el área de calentamiento de agua.

Esta operación se realiza si la temperatura del agua es de 60° C, y la cantidad de agua lista es de cuatro toneladas, y la válvula on/off correspondiente MVR-1 (o MVR-2 o MVR-3 VER FIGURA 1.1) está conectada y las otras dos están

desconectadas. Solo en ese caso se acciona la bomba B2 de trasvase de agua caliente al reactor, seleccionado por el operador mediante las válvulas on/off. Esta secuencia lógica AND se muestra en el primer escalón del diagrama KOP del ANEXO 5. Cuando se recibe la señal uno lógico por la entrada IO.5 del PLC se activa la siguiente subrutina del PLC.

2. Vaciar en el tanque del reactor el fluido de la entrada de dosificación hasta alcanzar un nivel determinado con S3,

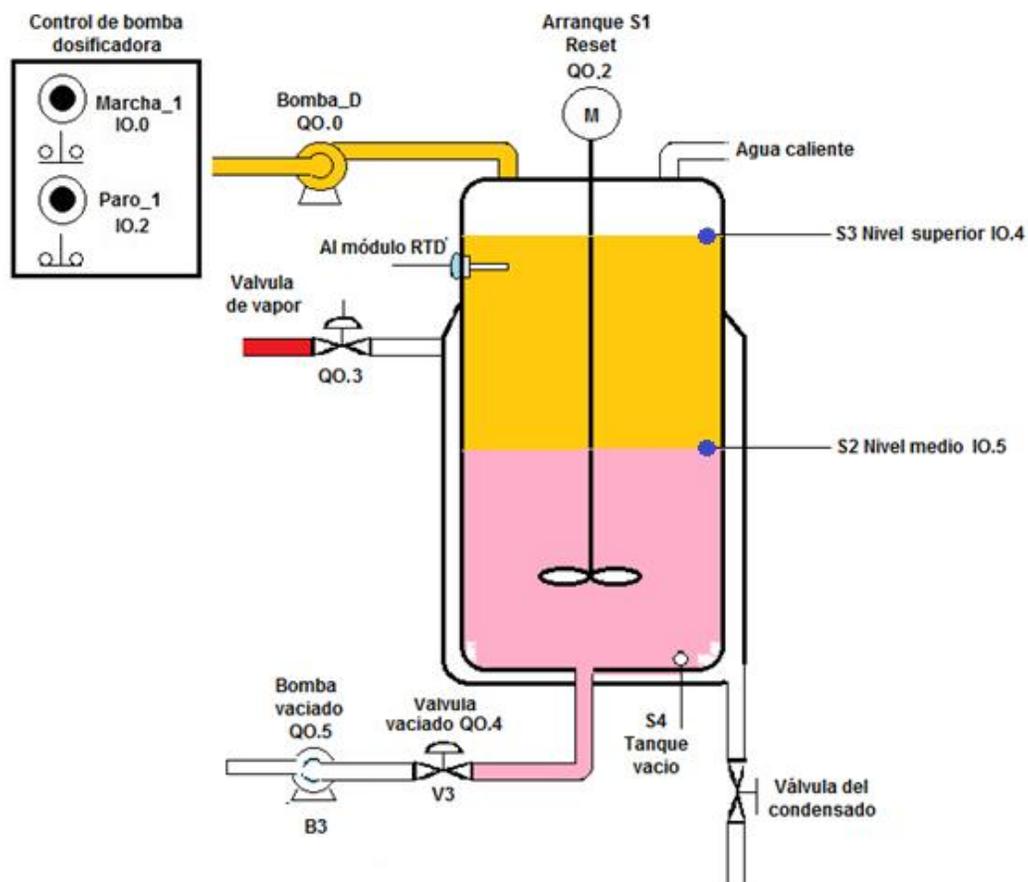


Figura 2.15. Llenado total del reactor químico.

Esta operación se realiza si se satisfacen las siguientes condiciones: la bomba de agua caliente esta desconectada **y** las válvulas MVR-1, 2 y 3 están cerradas **y** la señal uno lógico de nivel medio está activada, entonces se conecta la bomba dosificadora y la misma se desconecta cuando se recibe la señal uno lógico de nivel S3 por la entrada IO.4 del PLC

3. Mezclar los vertidos hasta la concentración requerida,
4. Controlar la temperatura de la reacción en el reactor mediante vapor en la camiseta a la temperatura 60° C

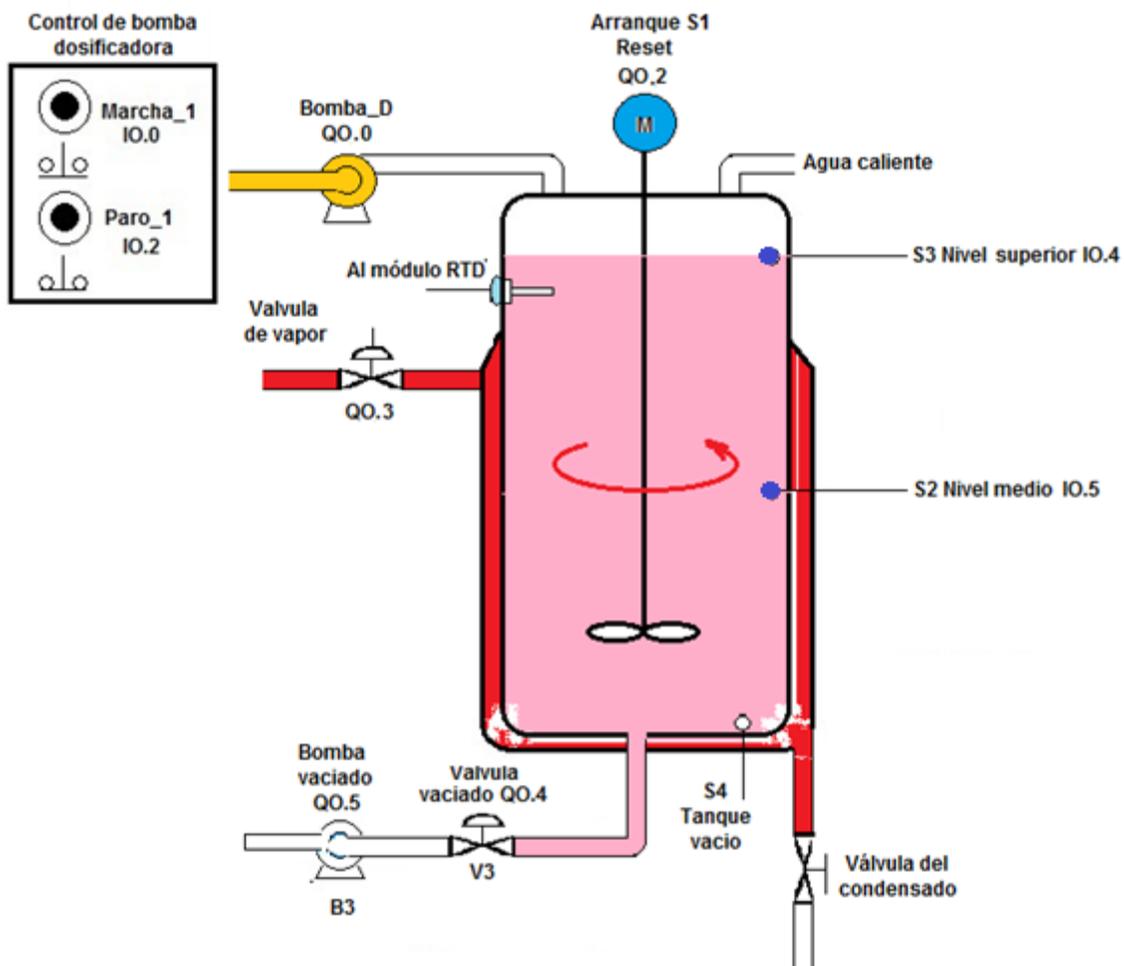


Figura 2.16. Control de la temperatura y de la concentración del producto.

La señal uno lógico de nivel S3 por la entrada IO.4 del PLC es además la que inicia la rutina de arranque del motor del mezclador que proporciona la salida digital QO.2 para accionar el motor del mezclador y activa la función de control PID para mantener controlada la temperatura de la reacción química.

Esta rutina de control se mantiene activada hasta que la concentración del producto sea la requerida y la misma es monitoreada por el sensor de concentración propuesto, el cual no se muestra en la figura 2.16 por simplicidad del dibujo.

5. Según la indicación del sensor de concentración, vaciar el tanque del reactor hacia los tanques de almacenamiento empleando la válvula y la bomba de vaciado.

La indicación del sensor de concentración sobre el valor deseado de concentración da inicio a la operación de vaciado del tanque del reactor.

El vaciado se ejecuta si se satisfacen las siguientes condiciones:

- Motor del mezclador desconectado.
- Válvula de vapor cerrada, finaliza la función del PID.
- Válvula de vaciado abierta.

Solo en este caso se podrá abrir la bomba de vaciado B3, por lo que en la salida QO.5 del PLC se aplica un uno lógico para la conexión de dicha bomba.

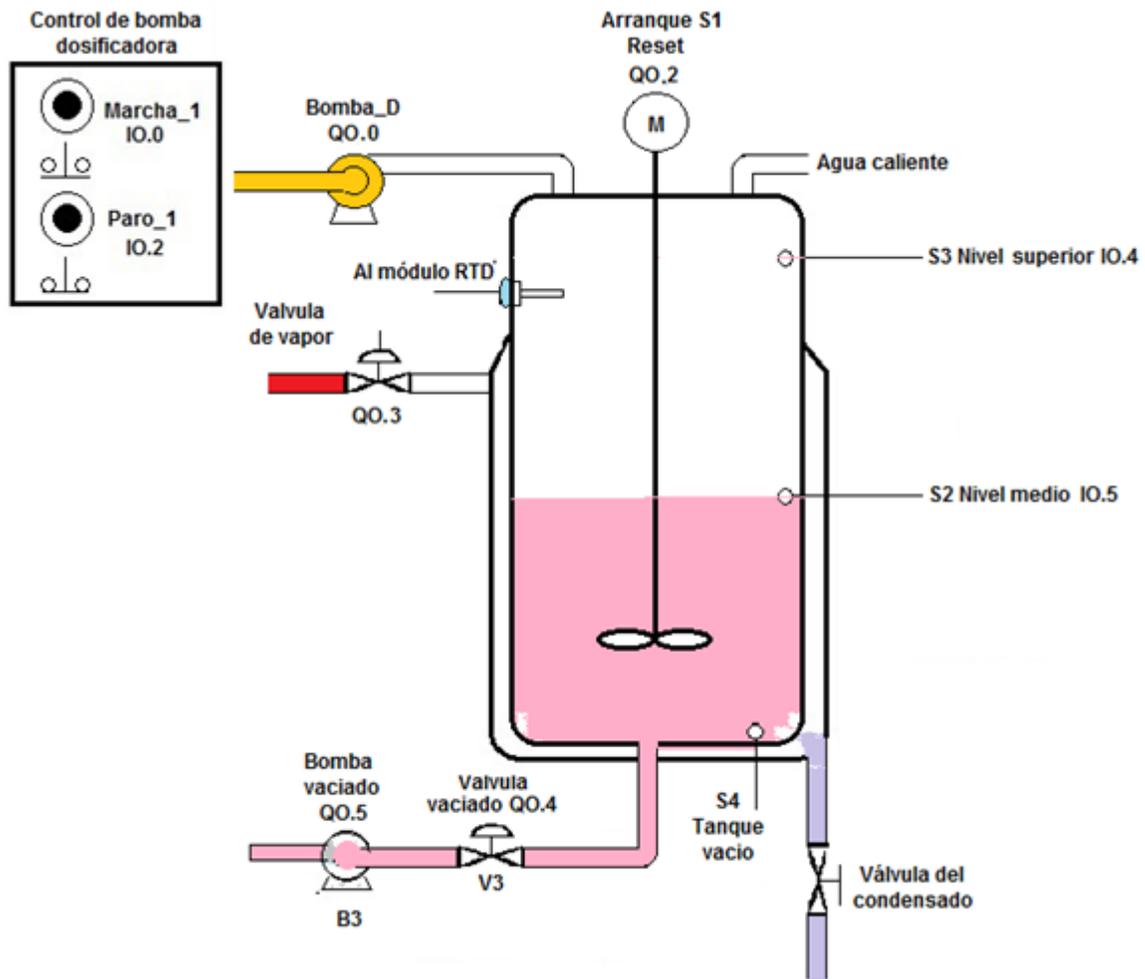
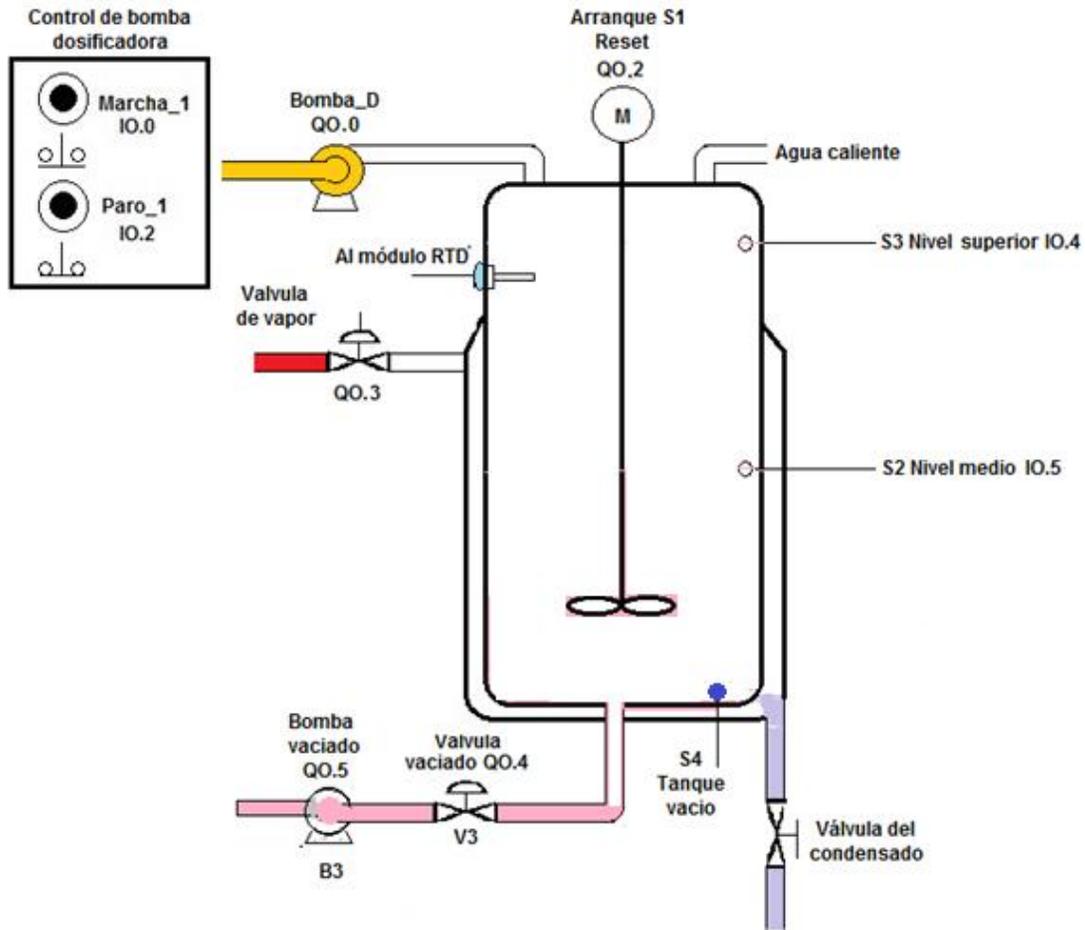


Figura 2.17. Vaciado del reactor químico.



**Figura 2.18. Estado de la instrumentación para el reactor vacío.**

- Desconecta la bomba de vaciado y cerrar la válvula por la indicación del sensor de nivel S4.

Esta operación se realiza al recibir la indicación de tanque vacío del sensor S4 por la entrada IO.6 del PLC.

En este caso desaparece el uno lógico de las salidas QO.4 y QO.5 para desconectar la bomba y cerrar la válvula de vaciado, en ese orden.

En este reactor químico por lotes el método de medición de nivel puntual empleado es por horquillas vibrantes.

Este tipo de sensor consiste en una horquilla vibrante (puede ser también giratoria) preparada para que oscile en el aire. Si la horquilla se recubre de producto la frecuencia de oscilación se reduce, o sea, se amortigua.

Esta variación de frecuencia se detecta y se trasmite a su salida como una señal digital pudiéndose interpretar como una alarma de cruce del nivel puntual de ubicación de la horquilla. En esta aplicación los sensores instalados eran SITRAN LVL 100.

## **2.4 Diseño del esquema de conexión y protección del motor eléctrico del mezclador**

### **2.4.1 Exigencias a los esquemas de conexión-desconexión de motores trifásicos**

En términos generales, los motores se pueden proteger de las siguientes maneras:

- a) Con un guarda motor cuya función es proteger el motor contra sobrecargas y cortocircuitos por medio de disparadores de sobre intensidad regulables que se deben graduar exactamente a la intensidad nominal del motor y

disparadores de sobre intensidad electromagnéticas sin retardo, que actúan al originarse un cortocircuito.

- b) Mediante fusibles, contactor y relé bimetálico; de esta forma se obtiene tanto la protección de cortocircuito y sobrecarga como la de marcha en dos fases. Permite además, ejecutar el mando a distancia.

Tras un análisis preliminar de los requisitos de alimentación para la instalación, se realiza un estudio del cableado y la protección eléctrica, comenzando por el origen de la instalación, pasando por los circuitos intermedios y terminando por los circuitos de alimentación del consumidor final o motor del accionamiento.

El cableado y su protección en cada nivel deben cumplir varias condiciones simultáneamente, para garantizar una instalación segura y fiable, es decir, deben:

- Soportar la corriente a plena carga permanente y las sobre intensidades normales de corta duración.

- No provocar caídas de tensión que pudieran perjudicar el rendimiento de ciertas cargas, por ejemplo: un período de aceleración demasiado largo al arrancar un motor, etc.
- Asimismo, los dispositivos de protección (interruptores automáticos o fusibles) deben:
- Proteger el cableado y las barras conductoras para cualquier nivel de sobre intensidad, hasta las corrientes de cortocircuito (inclusive).
- Garantizar la protección de personas contra el riesgo de contacto indirecto.

En los accionamientos de velocidad constante se utilizan actualmente motores de corriente alterna, generalmente trifásicos, de jaula de ardilla.

Estos motores se alimentan por medio de elementos de protección los cuales además permiten realizar las maniobras de arranque y parada con el motor o su desconexión inmediata si ocurre alguna anomalía del tipo sobre calentamiento o corto circuito entre alguna fase y tierra.

Entre los elementos de protección de los motores se tienen los breaker o interruptores termo magnéticos (Siemens, 2013). Se disponen además de los seccionadores portafusibles, contactores, relé térmico, guarda motor, etc.

Un estudio realizado con más de 9.000 casos de defectos de motores en Inglaterra, Finlandia y Estados Unidos, indicó que más de la mitad de los defectos producidos en los motores se deben a sobrecarga térmica, fallo de fase y humedad, polvo, etc., a pesar de la presencia de un sistema de protección normal, generalmente relés térmicos bimetálicos.

Otro resultado de interés en este estudio resultó ser que el 25% de los casos de defectos corresponde a motores de potencia superior a los 40 kW, sin embargo, el coste de la reparación de los mismos fue casi el 80% del total.

Esto demuestra que una buena protección es tanto más necesaria cuanto mayor es la potencia del motor. Por otro lado, el arrollamiento del estator es la parte más vulnerable del motor desde el punto de vista térmico, siendo los materiales aislantes de los conductores que forman el bobinado los principales responsables.

Los aislantes utilizados están previstos para unas temperaturas de funcionamiento bien definidas según la clase de aislamiento; para motores se utilizan generalmente las clases B y F, que admiten en permanencia unas temperaturas máximas de 120°C y 140°C respectivamente.

Los motores se dimensionan normalmente para una vida útil del orden de 25.000 horas de servicio (aproximadamente 10 años) con el aislamiento sometido a una temperatura máxima admisible en permanencia (por ejemplo, 120°C para clase B).

Cuando se sobrepasa esta temperatura, la vida del motor se reduce según una regla generalmente aceptada, llamada regla de Montsinger. Según esta regla, cuando a un motor se le hace trabajar en permanencia a 10°C por encima de su temperatura límite (por ejemplo, 130°C para clase B), su vida se reduce aproximadamente a la mitad, de 25.000 horas a 10.000 horas, y si se le hace trabajar a 20°C más, su vida se reduce aproximadamente a la quinta parte, es decir, a unas 4.500 horas. Esto equivale a decir que cuando se regula un relé térmico de forma incorrecta a una intensidad superior a la nominal del motor, es muy probable que éste trabaje por encima de su temperatura límite, lo que supone una reducción de la vida útil del motor.

#### **2.4.2 Elección de los elementos del circuito de alimentación del motor**

El objetivo final del sistema de protección es evitar incendios de origen eléctrico en los conductores de alimentación al motor.

En caso de cortocircuito en el interior del motor el sistema de protección contra cortocircuitos evitara que se dañe, además del propio motor, el arrancador y el equipo de control del mismo si lo tuviera.

El sistema de protección contra sobrecargas, determinado en parte por la corriente en el arranque y por el tipo de motor, está proyectado para proteger a los conductores de alimentación contra sobrecargas continuadas.

#### 2.4.2.1 Elección del interruptor automático del tablero de alimentación del motor

La corriente nominal del termo magnético puede ser estimada considerando la carga que alimenta. Así, tendremos:

Para sistemas trifásicos:

Intensidad (A)

$$I = \frac{1000 \cdot P_W}{1.73 \cdot U \cdot \cos \phi} = \frac{1000 \cdot 100 \cdot P}{1.73 \cdot U \cdot \eta \cdot \cos \phi}$$

$P_W$  = potencia activa (kW) absorbida de la red

$$P_W = \frac{P \cdot 100}{\eta}$$

$P$  = potencia suministrada en el eje (kW)

$U$  = Tensión de servicio (V)

$I$  = intensidad en el estator (A)

$\eta$  = rendimiento (%)

$\cos \phi$  = factor de potencia

Considerando los datos del motor, dados en el Capítulo 1, se tiene:

$$I = \frac{1000 \cdot 100 \cdot P}{1.73 \cdot U \cdot \eta \cdot \cos \phi} = \frac{1000 \cdot 100 \cdot 4,5}{1,73 \cdot 380 \cdot 83,5 \cdot 0,64} = 12,79A \quad (3.1)$$

Considerando (3.1) como la corriente nominal y sabiendo que para los motores se debe emplear la corriente de arranque como corriente de diseño, la cual para motores de jaula de ardilla es aproximadamente 6 veces la nominal, se tiene:

$$I_{dis} = 6 * I = 76,74A$$

Con cierta reserva del 130%, tendremos:

$$I_{dis} = 99,762A$$

Luego podemos elegir un breaker termo magnético de caja moldeada 3VT1 con corriente nominal entre 80-100A (Siemens, 2013)

#### **2.4.2.2 Calculo del poder de corte del interruptor automático del tablero de alimentación del motor**

Empleando los datos proporcionados en el Capítulo 1, la resistencia óhmica del cable de cobre utilizado, será:

$$R_c = \rho \frac{L}{s} = 0,018 \frac{23}{200} = 0,002 \Omega$$

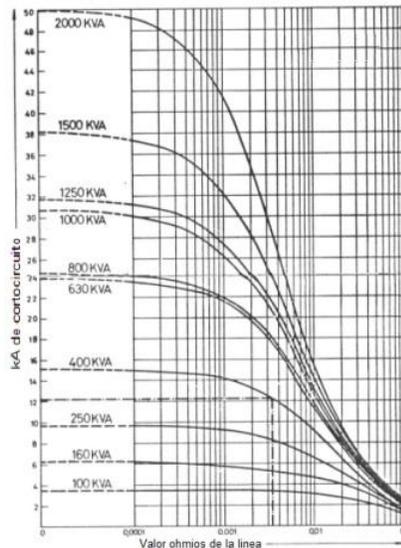
Puesto que el cortocircuito se supone entre dos fases, este resultado hay que multiplicarlo por raíz de 3:

$$R_c = 0,002 * \sqrt{3} = 0,00346 \Omega$$

La intensidad de cortocircuito se determina por las curvas mostradas en la figura 2.19.

Las curvas características determinan para una resistencia de la línea de 0,00346 y un transformador de 400 kVA, una intensidad de cortocircuito de 12.000 A. Entonces, se elige un interruptor automático con un poder de corte o capacidad de interrupción de 12 kA o el inmediato mayor.

Según (Siemens, 2013) el breaker termo magnético adecuado es el 3VT1 con capacidad de interrupción de 25kA, los datos tomados de dicha fuente se muestran en la Figura 2.20



**Figura 2.19. Curvas para la determinación de la corriente de cortocircuito**

#### 2.4.2.3 Elección del calibre y tipo de los conductores

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor. Teniendo en cuenta que la intensidad de la línea calculada es 12,79 A y que vamos a emplear conductores de cobre, obtenemos un conductor de fase de aproximadamente 3,31 mm<sup>2</sup>, cuya intensidad admisible es del orden de 25 A y, por tanto, superior a la intensidad de cálculo (12,79 A).

Por tanto, el calibre del cable de alimentación del tablero desde el transformador de entrada es AWG 12, tipo TW (TWD o CCE). En la Figura 2.21 se muestra la tabla empleada para la selección del calibre y el tipo de cable de alimentación.



Figura 2.20. Termomagnético de caja moldeada 3VT1 de Siemens.

Calibre AWG o kcmil	Área de la sección transversal nominal mm <sup>2</sup>	Temperatura nominal del conductor					
		60°C	75°C	90°C	60°C	75°C	90°C
		TW TWD CCE	THW, RHW THW-LS THWN XHHW	RHH, RHW-2 THHN, THW-2 THHW-LS, XHHW-2	UF	RHW XHHW	RHW-2 XHHW XHHW-2 DRS
		Cobre			Aluminio		
14	2,08	20*	20*	25*	-	-	-
12	3,31	25*	25*	30*	-	-	-
10	5,26	30	35*	40*	-	-	-
8	8,37	40	50	55	-	-	-
6	13,3	55	65	75	40	50	60
4	21,2	70	85	95	55	65	75

Figura 2. 21. Tabla de selección del calibre y tipo del cable alimentador

#### 2.4.2.4 Selección del contactor para el control secuencial

El contactor es un aparato que tiene una sola posición de reposo, de mando no manual, capaz de establecer, soportar e interrumpir corrientes en condiciones normales del circuito, comprendidas en ellas las de sobrecarga en servicio. No soporta corrientes de cortocircuito.

Las categorías de empleo resumen los principales campos de aplicación de los contactores en corriente alterna (categorías AC) y en corriente continua (DC)

Definen, en el marco de una utilización normal de los contactores, las condiciones de establecimiento y corte de la corriente en función de la corriente asignada de empleo "**I<sub>e</sub>**" y de la tensión asignada de empleo "**U<sub>e</sub>**".

Dependen:

- De la naturaleza del receptor controlado (resistencias, motor de jaula, etc.),
- De las condiciones en las que se efectúan los cierres y los cortes (motor lanzado o calado, inversión de sentido de marcha, etc.)

Las categorías de empleo de los contactores normadas por IEC 60947-2 y IEC 60947-3 están clasificadas, para circuitos de corriente alterna, en AC-1, AC-2, AC3, AC-4, AC-5a, AC-5b, AC-6a, AC-6b, AC-7a, AC-7b, AC-8a, AC-8b, AC-14, AC-15.

La categoría AC-3 se designa para las maniobras de arranque de los motores de jaula de ardilla y corte del motor lanzado. Para elegir el contactor más adecuado para este circuito de alimentación del motor del mezclador, cuyas características son las siguientes:

- Tensión nominal: 380 V
- Potencial en el eje del motor: 4,5 kW

La corriente de servicio en circuito trifásico ya fue obtenida con anterioridad (3.1) y es de:

$$I = 12,79A$$

La categoría es AC3, por ser el dispositivo que permite las maniobras del motor de jaula de ardilla del mezclador del reactor. La corriente cortada es igual a la de servicio. Considerando que los valores disponibles de esta corriente en los contactores comercializados no coinciden exactamente con el valor de la corriente necesario se escoge un contactor con el menor valor que la supere, por lo que el calibre del contactor a elegir es de 16 A. en la Figura 26 se muestra la hoja 4/3 de (Siemens, 2013) por donde se ha seleccionado el contactor.



**Figura 2.22. Contactor SIRIUS 3RT20. Ver Anexo 4**

El contactor elegido es:

- Categoría: AC3, Calibre: 16 A, con alimentación de su bobina de conexión (A1, A2) de 220VAC, con dos contactos auxiliares inteligentes 1NA y 1NC que permitirán el control desde el PLC.

## **2.5 Diagrama unifilar de fuerza del motor del mezclador**

El diagrama unifilar confeccionado partiendo del diseño expuesto con anterioridad en el numeral 2.4 se muestra en la Figuras 27. Así mismo se adiciona el diagrama de control del motor en la Figura 29. Los mismos se adicionan al informe en formato electrónico con autocad y en el anexo 6 se proporciona el diagrama trifilar.

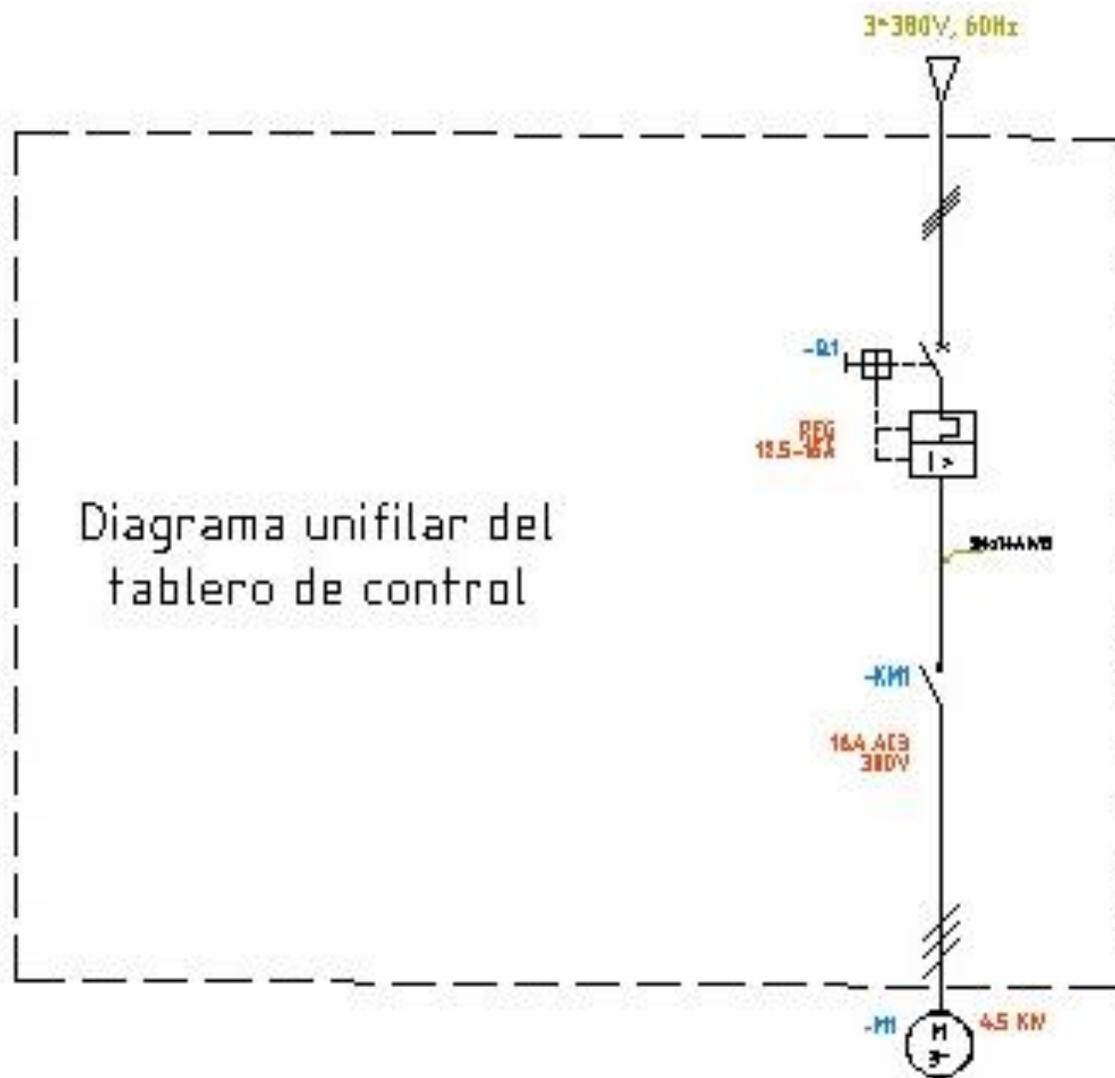


Figura 2.23. Diagrama unifilar para la alimentación del motor del mezclador

## 2.6 Diagrama de control

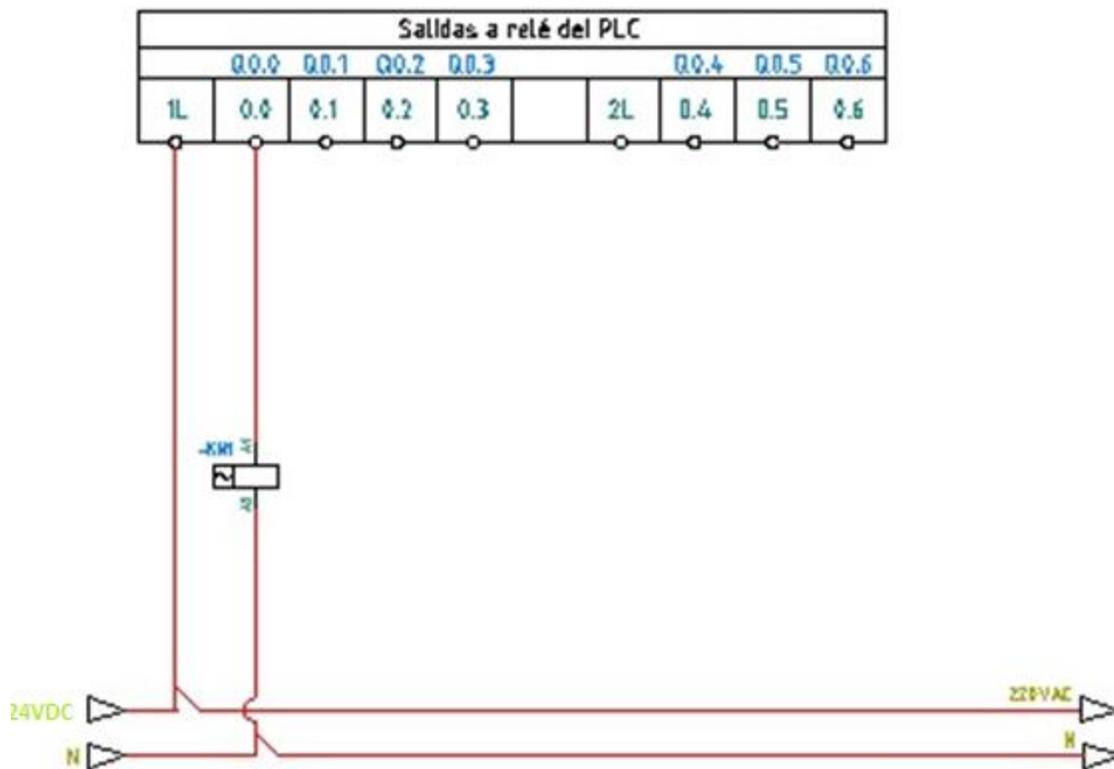


Figura 2.24. Diagrama de control del motor del mezclador

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

El presente informe del componente práctico se enfoca en el diseño del control secuencial para el calentamiento del agua como en el llenado y vaciado de un reactor químico durante la producción por lotes de látex.

Este diseño tiene como objetivo realizar el vertido de los componentes para el látex de manera exacta evitando en lo posible la intervención del hombre en la medición de las temperaturas, el peso exacto de los componentes de las recetas (látex natural, agua).

Esta composición viene estipulada en la receta por peso de cada componente. Cada receta involucra cantidades exactas, por lo que la automatización del proceso de fabricación aumenta la exactitud en las cantidades empleadas y evita residuos de productos dañados.

Con el fin de eliminar las deficiencias detectadas y expuestas en el primer capítulo se propusieron la instalación de varios elementos de control y medición y el empleo de un autómata programable (PLC).

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

Látex	El látex natural es una suspensión acuosa coloidal compuesta de grasas, ceras y diversas resinas gomosas obtenida a partir del citoplasma de las células laticíferas presentes en algunas plantas angiospermas y hongos.
PLC	Controlador lógico programable (en inglés Programmable Logic Controller)
Proceso por lotes	La producción por lotes es una técnica utilizada en la fabricación, en la que se crea el objeto en cuestión etapa por etapa en una serie de estaciones de trabajo, y se hacen diferentes lotes de productos.
Breaker	Interruptor de circuito o disyuntor
Contactador	Interruptor automático que sirve para restablecer los enlaces entre distintos circuitos o aparatos eléctricos.
Guardamotor	Un guarda motor es un interruptor magneto térmico, especialmente diseñado para la protección de motores eléctricos.
Agitador	Los agitadores industriales son herramientas utilizadas para homogeneizar varios componentes a través de un proceso de mezcla
Transmisor	Los transmisores son instrumentos que convierten la salida del sensor en una señal suficientemente fuerte como para transmitirla al controlador o a otro aparato receptor
Diagrama unifilar	Es el esquema unifilar que proporciona una idea general de toda la instalación eléctrica, desde la acometida hasta los circuitos ramales.
Diagrama trifilar	Son diagramas de tres líneas, es decir trifásicos, los cuales permiten apreciar con mayor detalle las interconexiones de cada una de las fases y mostrar diferencias que puedan

existir entre las fases como de equipamiento, o de otra índole.

**RTD** Un RTD (del inglés: resistance temperature detector) es un detector de temperatura resistivo, es decir, un sensor de temperatura basado en la variación de la resistencia de un conductor con la temperatura.

**P&ID** Diagrama de Tuberías e Instrumentación

## BIBLIOGRAFÍA.

1. Máté Hegyháti, Ferenc Friedler. Overview of Industrial Batch Process Scheduling Chemical Engineering Transactions Volume 21, 2010
2. Siemens. Lista de precios Ecuador. Enero 1 de 2013.
3. Catálogo de Baja Tensión. Siemens
4. Arrancador suave Sirius. Siemens
5. Control y vigilancia SIRIUS. Siemens
6. SIRIUS PROTECTING. Siemens

## **ANEXOS**

## ANEXO 1

## Galga extensométrica

<b>Tipo</b>	<b>Anillo flexible</b>		
Campos de aplicación	Básculas de depósito, cinta o plataforma		
Ilustración			
Serie	R, RN		
Capacidad nominal $E_{max}$	60 ... 280 kg (132.28 ... 617.29 lb)	0,5 ... 10 t (0.49 ... 9.84 tn. L)	13 ... 60 t (12.79 ... 59.05 tn. L)
Clase de precisión	C3		
Tensión de alimentación ( $U_{s2}$ )	5 ... 30 V		
Sensibilidad nominal	1 mV/V	2 mV/V	
Grado de protección	IP66/IP68		
Material	Acero inoxidable		
Grado de protección Ex según ATEX (opcional)	4)		

## ANEXO 2

## Detector de nivel por horquilla LM

**TECFLUID**

Instrumentación para fluidos

Detectores de nivel por horquilla vibrante Serie LD



**Detector de nivel por horquilla vibrante para líquidos y sólidos**

- Robusto y compacto
- Apto para líquidos (modelo LD81) y sólidos (modelo LD80)
- Sin partes móviles, bajo mantenimiento
- Materiales resistentes a la corrosión
- No afectado por cambios de temperatura o presión
- Apto para líquidos con viscosidad hasta 10000 cSt
- Densidad de líquido superior a 0,6 kg/l
- Sólidos: según aplicación
- Longitud de detección: hasta 2 m
- Tiempo de conmutación: 1 s aprox.
- Conexiones:
  - Conexión roscada G1 o 1" NPT
  - Conexión bridada DN40 PN25
  - Otros estándares de brida bajo demanda
  - Conexiones sanitarias según ISO 2852, SMS 1145, DIN 11851, TRI-CLAMP®
- Materiales: EN 1.4404 (AISI 316L). Recubrimiento HALAR® bajo demanda
- Detección de nivel, con LED indicativo de estado
- Opciones:
  - Salida relé
  - Salida NAMUR Ex ia IIC T4 o T6



### ANEXO 3

#### Datos técnicos del PLC S7-1200:

Función	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C
Dimensiones físicas (mm)	90 x 100 x 75		110 x 100 x 75
Memoria de usuario <ul style="list-style-type: none"> <li>• Memoria de trabajo</li> <li>• Memoria de carga</li> <li>• Memoria remanente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 25 KB</li> <li>• 1 MB</li> <li>• 2 KB</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 50 KB</li> <li>• 2 MB</li> <li>• 2 KB</li> </ul>
E/S integradas locales <ul style="list-style-type: none"> <li>• Digitales</li> <li>• Analógicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 6 entradas/4 salidas</li> <li>• 2 entradas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 8 entradas/6 salidas</li> <li>• 2 entradas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 14 entradas/10 salidas</li> <li>• 2 entradas</li> </ul>
Tamaño de la memoria imagen de proceso	1024 bytes para entradas (I) y 1024 bytes para salidas (Q)		

## ANEXO 4

© Siemens AG 2011

## Aparatos de maniobra – Contactores y combinaciones de contactores

## Introducción

## Sinopsis

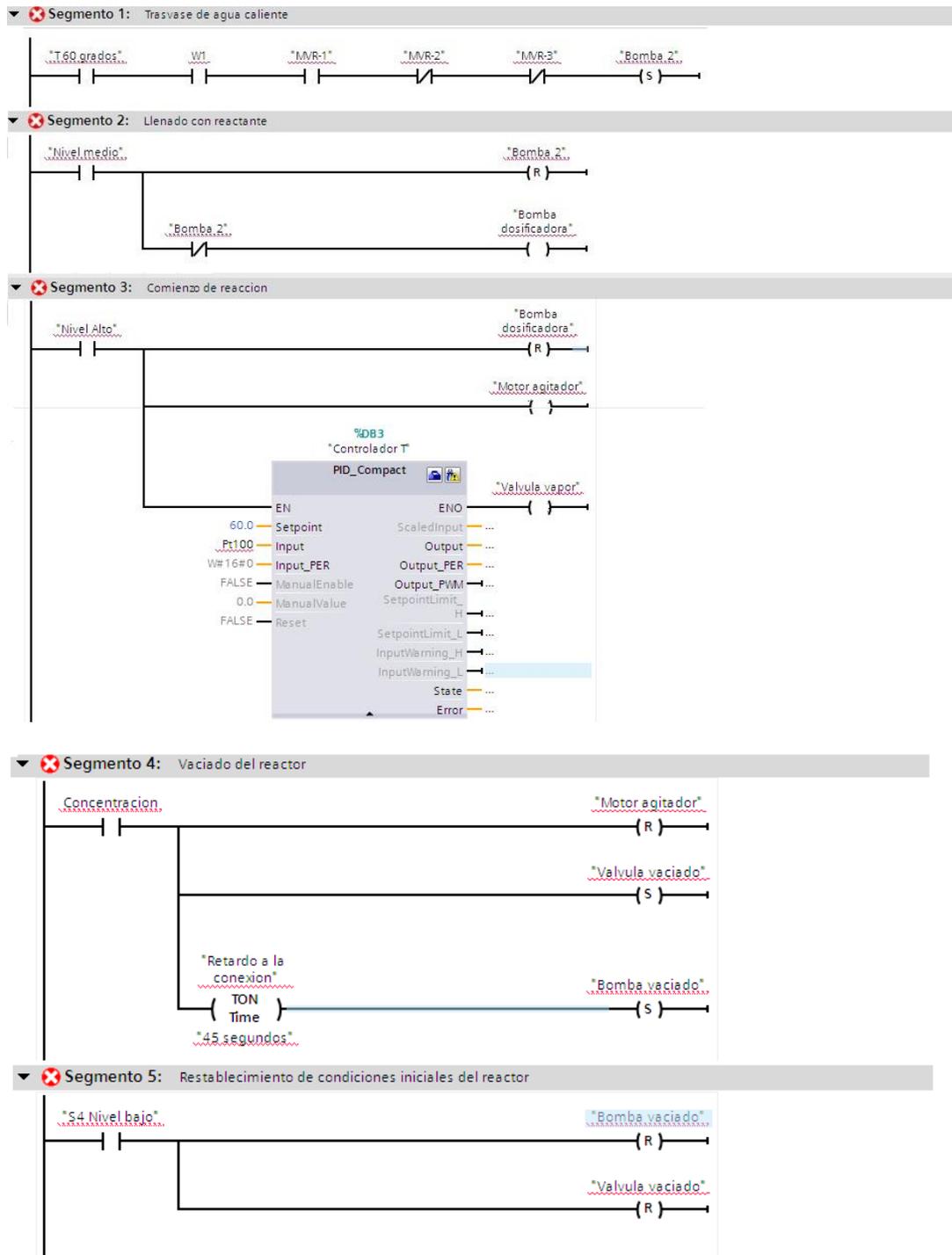
3



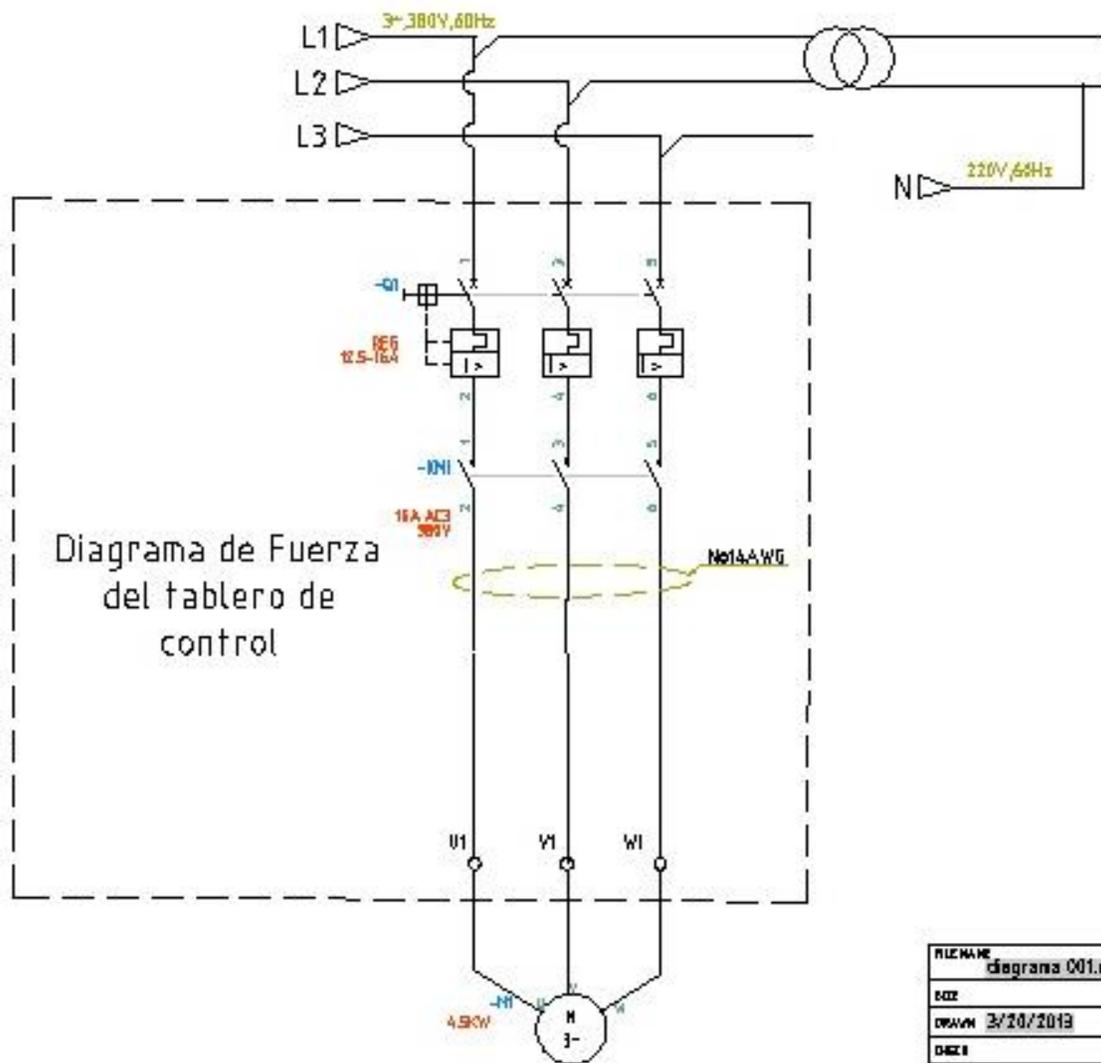
Tamaño		<b>S00</b>				<b>S0</b>					
Tipo		3RT20 1				3RT20 2					
<b>Contactores 3RT20</b>											
Tipo		<b>3RT20 15</b>	<b>3RT20 16</b>	<b>3RT20 17</b>	<b>3RT20 18</b>	<b>3RT20 23</b>	<b>3RT20 24</b>	<b>3RT20 25</b>	<b>3RT20 26</b>	<b>3RT20 27</b>	<b>3RT20 28</b>
Accionamiento AC y DC		(pág. 3/11, 3/13)				(pág. 3/12, 3/14)					
Tipo		--				--					
<b>AC-3</b>											
$I_e$ /AC-3/400 V	A	7	9	12	16	9	12	16	25	32	38
400 V	<b>kW</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5,5</b>	<b>7,5</b>	<b>4</b>	<b>5,5</b>	<b>7,5</b>	<b>11</b>	<b>15</b>	<b>18,5</b>
230 V	kW	2,2	3	3	4	3	3	4	5,5	7,5	7,5
500 V	kW	3,5	4,5	5,5	7,5	4,5	7,5	10	11	18,5	18,5
690 V	kW	4	5,5	5,5	7,5	5,5	7,5	11	11	18,5	18,5
1000 V	kW	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<b>AC-4 (con <math>I_a = 6 \times I_e</math>)</b>											
400 V	<b>kW</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>5,5</b>	<b>4</b>	<b>5,5</b>	<b>7,5</b>	<b>7,5</b>	<b>11</b>	<b>11</b>
400 V (200.000 ciclos de maniobra)	kW	1,15	2	2	2,5	2	2,6	3,5	4,4	6	6
<b>AC-1 (40 °C, <math>\leq 690</math> V)</b>											
$I_e$	3RT20	<b>A</b>	<b>18</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>50</b>

## ANEXO 5

## Programación KOP



## ANEXO 6



FILENAME	diagrama 001.dwg
DATE	
DRAWN	3/20/2013
CHECKED	
APPROVED	
ISSUED	