



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPTO. INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

“MIGRACION TABLERO DE FUERZA Y CONTROL PROCESO COCINA COLA MASISA CONCEPCION”

DANIEL MARCELO ZARATE MATAMALA

DOCENTE PATROCINANTE: JOHN CORREA
DOCENTE ADJUNTO O CORRECTOR: GUSTAVO SANHUEZA Y FRANCO
HERNANDEZ

INDICE

| | |
|--|-----------|
| Índice de figuras | 5 |
| Índice de cuadros | 7 |
| OBJETIVOS | 8 |
| RESUMEN | 9 |
| INTRODUCCION | 10 |
| 1. DESCRIPCION GENERAL SISTEMA DE CONTROL ACTUAL..... | 12 |
| 1.1 Panel de control | 14 |
| 1.2 Instrumentó de medición de nivel actual | 15 |
| Descripción sensor de nivel..... | 15 |
| 2.4 Actuadores utilizados..... | 16 |
| 2. JUSTIFICACION DEL PROYECTO..... | 17 |
| 2.1 Aspectos Técnicos | 17 |
| 2.1.1 Protección adicional para mejor coordinación de protecciones. | 17 |
| 2.1.2 Incorporar la monitorización y alarmas de las variables de proceso por pantallas HMI..... | 17 |
| 2.1.3 Incorporación de preparación de receta por pantallas HMI | 18 |
| 2.1.4 Reducción de circuitos físicos y dispositivos de instrumentación y control obteniendo eficacia en la búsqueda de problemas..... | 18 |
| 2.1.5 Accesibilidad para modificar y/o expandir la lógica de control en el programa PLC | 18 |
| 2.1.6 Reducción de tiempo en la secuencia del proceso..... | 19 |
| 2.1.7 Tablero adicional para mejorar preparación manual | 19 |
| 2.2 Aspecto económicos | 20 |
| 2.2.1 Costos fijos sistema actual..... | 21 |
| 2.2.2 Costos de inversión nuevo proyecto..... | 22 |
| 2.2.3 Costos fijos proyecto de inversión..... | 23 |
| 2.2.4 Evaluación rentabilidad del proyecto | 26 |
| 3. PROCESO EN NUEVO PROYECTO | 27 |
| 3.1 Diagrama de proceso..... | 28 |
| 3.2 Esquema del proceso | 29 |
| 3.3 Secuencia del proceso | 30 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 4. | SELECCIÓN DE EQUIPOS DE INSTRUMENTACION, CONTROL Y FUERZA .. | 40 |
| 4.1 | Selección de equipos de instrumentación y control en nuevo proyecto | 40 |
| 4.1.1 | Selección del Controlador Lógico Programable (PLC)..... | 41 |
| 4.1.1.1 | Selección de la base (Rack)..... | 45 |
| 4.1.1.2 | Selectividad de la CPU..... | 46 |
| 4.1.1.3 | Selección modulo de entrada digital | 47 |
| 4.1.1.4 | Selección modulo de salida digital..... | 48 |
| 4.1.1.5 | Selección modulo entrada analógico..... | 49 |
| 4.1.1.6 | Selección fuente de poder | 50 |
| 4.1.2 | Remplazo de instrumentos de nivel..... | 52 |
| 4.1.2.1 | Selección nuevo instrumento industrial | 54 |
| 4.1.3 | Incorporación de relés de interfaz 24 VDC | 57 |
| 4.1.4 | Contactores | 58 |
| 4.2 | Selección dispositivos de fuerza | 59 |
| 4.2.1 | Selección y cubicación alimentadores motores | 59 |
| 4.2.2 | Alimentadores solenoides válvulas de carga, descarga y bomba neumática catalizador..... | 60 |
| 4.2.3 | Selección protecciones magneto térmicas trifásicas (guardamotores) | 61 |
| 4.2.4 | Selección protecciones magneto térmicas monofásicas | 62 |
| 4.2.5 | Selección barras repartidores tetrapolares | 63 |
| 6.2.1 | Fusibles alimentador principal | 63 |
| 4.2.6 | Selección alimentador general..... | 64 |
| 4.2.7 | Incorporación de una protección adicional..... | 66 |
| | Selección protección adicional magneto térmica general tablero | 68 |
| 5. | ESQUEMA Y DESCRIPCION DISPOSITIVOS EXTERNOS E INTERNOS | |
| | TABLEROS FUERZA Y CONTROL..... | 69 |
| 5.1.1 | Esquema exterior de los tableros | 70 |
| 5.1.2 | Esquema interior de los tableros..... | 76 |
| 6. | PLANOS DE CONTROL Y FUERZA..... | 80 |
| 6.1 | Plano control tensión de control. El control de la tensión de control con selector y contactor | 81 |
| 6.2 | Plano control cargas de productos. Se encuentran los circuitos control de los dispositivos encargados de cargar los 4 vasos con productos. | 82 |
| 6.3 | Plano de control descarga de los productos. | 83 |
| 6.4 | Plano de control de motores agitadores y válvulas de descarga producto terminado..... | 84 |
| 6.5 | Plano control motores agitadores y bomba tinta..... | 85 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 6.6 | Plano unilineal (mejor visualización en anexos planos)..... | 86 |
| 7. | PROGRAMACION PLC NUEVO SISTEMA CONTROL..... | 87 |
| 7.1 | Etapas secuencia automática preparación cola fina y gruesa..... | 88 |
| 7.2 | Direcciones físicas entradas y salidas físicas..... | 90 |
| 7.3 | Descripción memorias | 93 |
| 7.4 | Instrucciones utilizadas..... | 94 |
| 7.5 | Programa lenguaje Ladder software Melsoft Series GX Works 2 marca de PLC industrial Mitsubishi Serie iQ y Q..... | 95 |
| 7.5.1 | Programa condición para preparación cola fina | 95 |
| 7.5.2 | Programación condición finalización reseteo de bits preparación cola fina y gruesa | 96 |
| 7.5.3 | Programa condición para preparación cola gruesa | 97 |
| 7.5.4 | Programa condición de seguridad para el proceso | 98 |
| 7.5.5 | Programa carga producto resina preparación cola fina o gruesa | 99 |
| 7.5.6 | Programa carga producto secuestrante preparación cola fina o gruesa | 100 |
| 7.5.7 | Programa carga producto catalizador preparación cola fina o gruesa | 101 |
| 7.5.8 | Programa carga producto agua preparación cola fina o gruesa | 102 |
| 7.5.9 | Programa condición de descargas productos preparación cola fina y gruesa..... | 103 |
| 7.5.10 | Programa condición de descargas productos preparación cola fina y gruesa..... | 104 |
| 7.5.11 | Programa que cumple función de iniciar descargas de resina, catalizador, secuestrante y agua | 105 |
| 7.5.12 | Programa que cumple función de detener las descargas de resina y catalizador .. | 106 |
| 9.2.13 | Programa que cumple función de detener las descargas de secuestrante y agua .. | 107 |
| 9.3.14 | Programa para mezclar y trasvasiar producto terminado | 108 |
| 8. | PRESUPUESTO DEL PROYECTO | 109 |
| | RESULTADOS | 110 |
| | CONCLUSION | 113 |
| | BIBLIOGRAFIA | 115 |

Índice de figuras

- Figura 1. Diagrama de proceso cocina cola..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 2. Fotografías representativas del proceso cocina cola **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 3. Fotografía exterior tablero de fuera y control proceso cocina cola **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 4. Fotografía interior tablero de fuera y control sistema control cocina cola **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 5. Fotografía bomba neumática de carga catalizador..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 6. Fotografía válvula de carga Regina **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 7. Fotografía válvula de carga Agua **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 8. Fotografía motor agitador y sensores de nivel (electrodos) estanque mezcla, válvulas de descarga catalizador y agua..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 9. Fotografía motor agitador y sensores de nivel (electrodos) estanque cola gruesa 29 **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 10. Fotografía Base Rack del PLC Mitsubishi **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 11. Fotografía modulo CPU del PLC Mitsubishi serie IQ. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 12. Fotografía modulo entradas digitales del PLC Mitsubishi serie IQ.. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 13. Fotografía modulo salidas digitales del PLC Mitsubishi serie IQ **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 14. Fotografía modulo entradas análogas del PLC Mitsubishi serie IQ . **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 15. Fotografía fuente poder PLC Mitsubishi serie IQ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 16. Esquema y Fotografía PLC Mitsubishi serie IQ que se requiere para el proyecto **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 17. Esquema representativo migración de medición de nivel actual **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 18. Esquema de conexionado modulo de salida PLC con relés de interfaz.....**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 19. Plano de control, contactos NA relés de interfaz 24 VDC y contactores**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 21. Unilineal general de la fuerza de las cargas de proceso cocina cola. Explica fundamentación de nueva protección. **¡Error! Marcador no definido.0**
- Figura 22. Unilineal específico de la fuerza de las cargas de proceso cocina cola. Esquema explica con más detalles alimentadores y protecciones de las cargas. **¡Error! Marcador no definido.1**
- Figura 23. Fotografía y esquema conductor de los motores..... **¡Error! Marcador no definido.2**

| | |
|---|--|
| Figura 24. Fotografía y esquema conductor de solenoides | ¡Error! Marcador no definido.4 |
| Figura 25. Tabla y curva selectividad protección general | ¡Error! Marcador no definido.1 |
| Figura 26. Esquema disposición nuevos tableros de fuerza y control..... | ¡Error! Marcador no definido.2 |
| Figura 27. Esquema dispositivos dispuestos externamente en tablero principal (detalle A, de la figura 26)..... | ¡Error! Marcador no definido.3 |
| Figura 28. Esquema específico dispositivos (detalle A-1 figura 27)..... | ¡Error! Marcador no definido.4 |
| Figura 29. Esquema específico dispositivos (detalle A-2 figura 16)..... | ¡Error! Marcador no definido.5 |
| Figura 30. Esquema dispositivos dispuestos externamente en tablero preparación manual (detalle B figura 26)..... | ¡Error! Marcador no definido.7 |
| Figura 31. Esquema dimensiones tableros general (detalle A figura 26) y tablero preparación manual (detalle B figura 26)..... | 79 |
| Figura 32. Esquema dispositivos dispuestos al interior del tablero principal (detalle A de figura 26)..... | ¡Error! Marcador no definido.0 |
| Figura 33. Esquema dispositivos dispuestos al interior del tablero preparación manual (detalle B de figura 15)..... | ¡Error! Marcador no definido.3 |
| Figura 34. Plano control tensión de mando | ¡Error! Marcador no definido.5 |
| Figura 35. Plano control dispositivos de carga productos | ¡Error! Marcador no definido.6 |
| Figura 36. Plano control dispositivos de descarga productos..... | ¡Error! Marcador no definido.7 |
| Figura 37. Plano control dispositivos de descarga cola fina y gruesa y motores agitadores..... | ¡Error! Marcador no definido.8 |
| Figura 38. Plano control motores agitadores y bomba tinta..... | ¡Error! Marcador no definido.89 |

Índice de cuadros

| | |
|--|--|
| Cuadro 1. Tag de los equipos actuadores en terreno | ¡Error! Marcador no definido. |
| Cuadro 2. Descripción y cantidad de entradas digitales necesarias para el control | ¡Error! Marcador no definido. |
| Cuadro 3. Descripción y cantidad de entradas análogas necesarias para el control | ¡Error! Marcador no definido. |
| Cuadro 4. Descripción y cantidad de salidas digitales necesarias para el control | ¡Error! Marcador no definido. |
| Cuadro 5. Descripción y cantidad de contactores necesarias para el control | ¡Error! Marcador no definido.8 |
| Cuadro 6. Descripción y cantidad de cableado 14 AWG 1x4 cond. necesario para el proyecto | ¡Error! Marcador no definido.2 |
| Cuadro 7. Descripción y cantidad de cableado 14 AWG 1x4 cond. necesario para el proyecto | ¡Error! Marcador no definido.4 |
| Cuadro 8. Descripción y cantidad de cableado guardamotors necesario para el proyecto | ¡Error! Marcador no definido.6 |
| Cuadro 9. Descripción y cantidad de protecciones monofásicas necesario para el proyecto | ¡Error! Marcador no definido.7 |
| Cuadro 10. Resumen de consumos de todas las cargas del tablero | ¡Error! Marcador no definido.69 |
| Cuadro 11. Descripción de funcionalidad selectores tablero preparación manual (detalle A-2)..... | ¡Error! Marcador no definido.6 |
| Cuadro 12. Descripción de funcionalidad selectores tablero preparación manual (detalle B) | ¡Error! Marcador no definido.8 |
| Cuadro 13. Dispositivos tablero principal, sus Tag y sus descripciones | ¡Error! Marcador no definido.1 |
| Cuadro 14. Descripción direcciones entradas físicas digitales PLC | ¡Error! Marcador no definido.4 |

Cuadro 15. Descripción direcciones entradas físicas análogas PLC **¡Error! Marcador no definido.5**

Cuadro 16. Descripción direcciones salidas físicas digitales PLC **¡Error! Marcador no definido.6**

OBJETIVOS

El objetivo específico del presente proyecto es dimensionar y determinar los datos constructivos que permitan la ejecución e instalación de un nuevo sistema de control más automatizado y confiable para el buen y correcto cumplimiento de los actuales requerimientos del proceso.

A continuación los objetivos más importantes del proyecto:

- Cambiar actual sistema de control el cual funciona con lógica cableada a PLC
- Buscar nueva alternativa de medición de nivel que involucre menos gastos de mantención.
- Incorporar la monitorización y alarmas de las variables de proceso por pantallas HMI.
- Incorporación de ingreso de receta por pantallas HMI.
- Mejorar la coordinación de protecciones eléctricas
- Mejorar la preparación manual con tablero adicional
- Plantear todos los datos constructivos detallados para instalación de los nuevos tableros de fuerza y control.
- Cotización de los costos totales de dispositivos, equipos, tableros y alimentadores del proyecto.

RESUMEN

Este trabajo presenta la ingeniería de detalle que involucra la migración de un sistema de control antiguo a uno moderno, considerando detalles de la fuerza y control que engloba en su totalidad, con el objetivo de poder dar solución a los problemas y deficiencias que posee el actual sistema, por su antigüedad, permitiendo poder instalar un sistema de control y protección eléctrica de mayor confiabilidad. El desarrollo del proyecto se detalla de forma ordenada a continuación:

- 1.- Reconocimiento del proceso y equipos:** Se estudió y entendió el proceso, cuál era su objetivo, lógica de operación y que equipos lo componían. Esto se realizó en terreno, tomando datos, muestras de tiempo, fotografías y filmación de la secuencia
- 2.- Selección de equipos:** Se seleccionó los nuevos dispositivos, equipos y alimentadores que incorporara el proyecto, ya sean de fuerza, instrumentación y control. Esto se realizó enfocándose en los objetivos del proyecto.
- 3.- Disposición, funcionalidad y Tag's de dispositivos y equipos en nuevos tableros:** Se definieron los tag's, función y ubicación de cada dispositivo incorporado externa e internamente

en tablero de fuerza y control. Esto se realizó de forma correlativa y ordenada, para el correcto armado del tablero conjunto con los planos (punto 4)

4.- Desarrollo de planos: Se diseñaron y desarrollaron planos de fuerza y control. El plano de fuerza se basó en los equipos del proceso que hay que energizar. El plano de control se realizó en función de la lógica del control, considerando que los actuadores pueden ser controlados de forma automática por un PLC, o de forma manual por un circuito cableado a través de selectores.

5.-Programacion de PLC: Se desarrolló la programación del controlador en lenguaje Ladder. Esto se realizó analizando minuciosamente la información recopilada en el punto 1, analizando primeramente el proceso, la secuencia, lógica de operación y condiciones adversas.

Finalmente los objetivos principales de este proyecto son poder mejorar aspectos técnicos como la monitorización, control y registro de las variables de proceso, disminución de dispositivos y circuitos de control físicos generando reducción de tiempo en búsqueda de fallas, centralización de la lógica automática en un software permitiendo modificaciones y/o expansión de ella, reducción del tiempo de la secuencia del proceso y reducción notable de costos de mantención eliminando el actual sensor de nivel.

INTRODUCCION

El presente trabajo título que lleva el nombre de “Migración del tablero de fuerza y control proceso cocina cola Masisa Concepción”, se realizó con la finalidad diseñar un ante proyecto, el cual incorpora un nuevo tablero de fuerza y control, nuevos sensores de medición y pantallas HMI en sala de control, para luego ser ejecutado en terreno. Todo esto con el objetivo de eliminar defectos y mejorar otros aspectos relevantes, como la correcta protección eléctrica de los equipos, la mayor automatización del proceso y disminución notable de costos de mantención.

En la actualidad existe una apremiante necesidad de automatizar cada vez más todos los procesos. Para este sistema actual existe total justificación, considerando que es de la década del 80, y que está funcionando pero con problemas recurrentes, sin duda que es necesaria una migración a un sistema mejor.

En función de lo anteriormente mencionado, los problemas específicos son que el actual sistema instalado, no dispone de una protección eléctrica que respalde los cortocircuitos en el tablero, provocando la actuación de una protección aguas arriba la cual afecta la continuidad de servicio de otros equipos que no corresponden a este proceso, esto se descubrió por primera vez a principio del año 2015. Con respecto al control automático de los actuadores del proceso, funcionan con una lógica cableada, relés y temporizadores, lo que involucra desventajas técnicas. La gran complejidad de los circuitos y cantidad de dispositivos de control, tardan bastante el descubrimiento de la originalidad de las falla y como también el remplazo de un dispositivo en mal estado. A esto le agregamos que los operadores solo tienen un panel con luces led ubicado en terreno y no en sala de control, que solo les indica únicamente que equipos actuadores están funcionando. También por el tipo de medición de nivel utilizado, es necesaria una constante mantención, generando gastos mensuales no menores. También la incómoda forma de cambiar la dosis de la receta, en donde el mismo operador tiene que dirigirse a terreno y cambiar la posición de estos sensores, la preparación manual, por la poca visualización de los niveles de los vasos desde donde se encuentran los selectores.

Con este trabajo se definen todos los equipos e insumos que se necesitan para la nueva propuesta e instalación que mejoraran todos los aspectos defectuosos nombrados anteriormente. Esto involucra la selección de los equipos, donde deben ir instalados, como deben ir conectados y que programa deberá tener el nuevo controlador PLC, el cual ejecutara la secuencia automática del proceso. Es la ingeniería de detalle suficiente para ser instada de manera clara, sin ningún inconveniente, por técnicos o ingenieros eléctricos o electrónicos.

En el capítulo 1 se muestran los equipos que actualmente están instalados y el proceso que nos compete de forma general, los componentes al interior y exterior del tablero, los sensores y actuadores que conforman actualmente el proceso.

En el capítulo 2 se señala claramente la lógica de operación del proceso, en función de las maniobras de los selectores, dosis de receta y variables de proceso. Esto para la preparación de cola fina y gruesa.

En el capítulo 3 se presentan los antecedentes y fundamentos que justifican el proyecto en aspectos técnicos y económicos.

En el capítulo 4 se seleccionan todos los dispositivos y equipos de instrumentación, control y fuerza y alimentadores que incorporara el nuevo proyecto. Cada selección se fundamenta en particular.

En el capítulo 5 se plantea la ubicación de los dos nuevos tableros en terreno y la disposición física, funcionalidad y tag de los dispositivos que los componen externa e internamente.

En el capítulo 6 se diseñan y desarrollan los circuitos de control y fuerza, considerando los dispositivos y tag descritos en el inciso anterior.

En el capítulo 7 se determina la programación del proceso en modo automático, considera las variables de entrada, salida y la lógica de operación minuciosamente analizada en el capítulo 2. La programación de la secuencia automática de preparación de cola fina y gruesa considerando también condiciones adversas, siendo un programa menos vulnerable.

1. DESCRIPCION GENERAL SISTEMA DE CONTROL ACTUAL

El sistema de control de forma general cumple la función de efectuar la dosificación de dos recetas, la cola fina y cola gruesa. Ambas receta necesitan dosis distintas de 4 productos. Para efectuar dicha tarea se apoya de mediciones discretas y controles discretos, con el fin de controlar niveles de los líquidos y la agitación de estos. Con respecto al comando de control, existe la posibilidad de controlar los actuadores en modo manual y automático, como también de descartar cualquiera dosis (resina, secuestrante, catalizador y agua) de la receta de cola fina o gruesa, y comandos de seguridad como parada de emergencia.

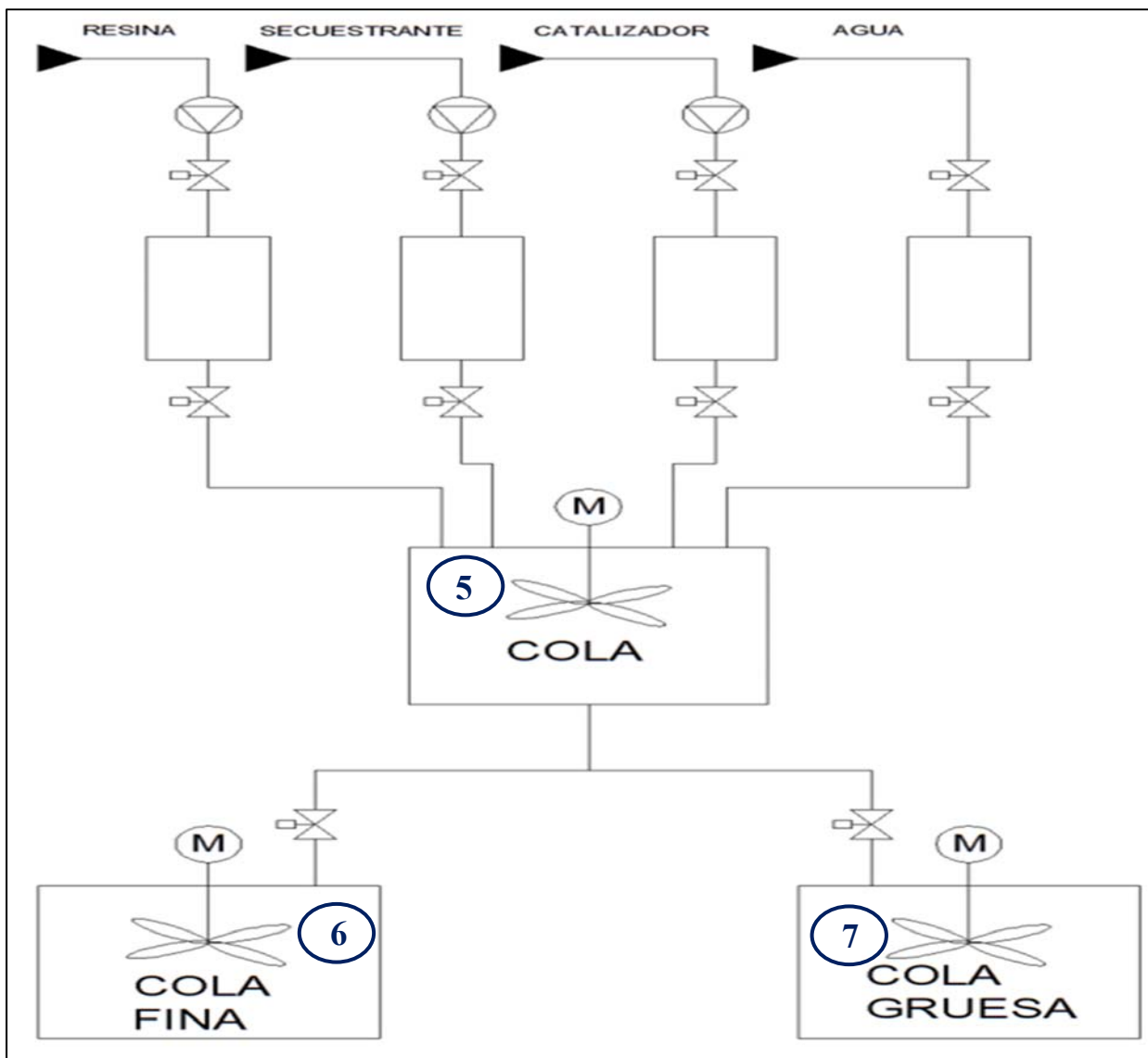
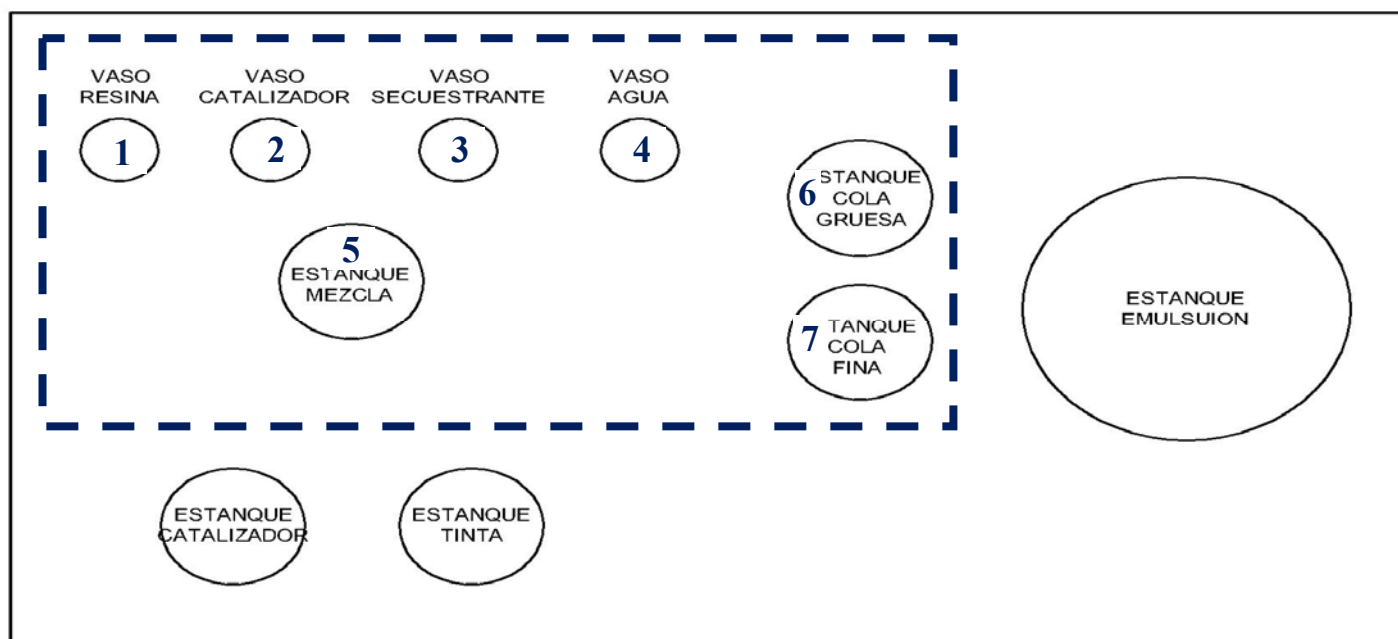


Figura 1. Diagrama de proceso cocina cola

Diagrama planta cocina cola línea 1



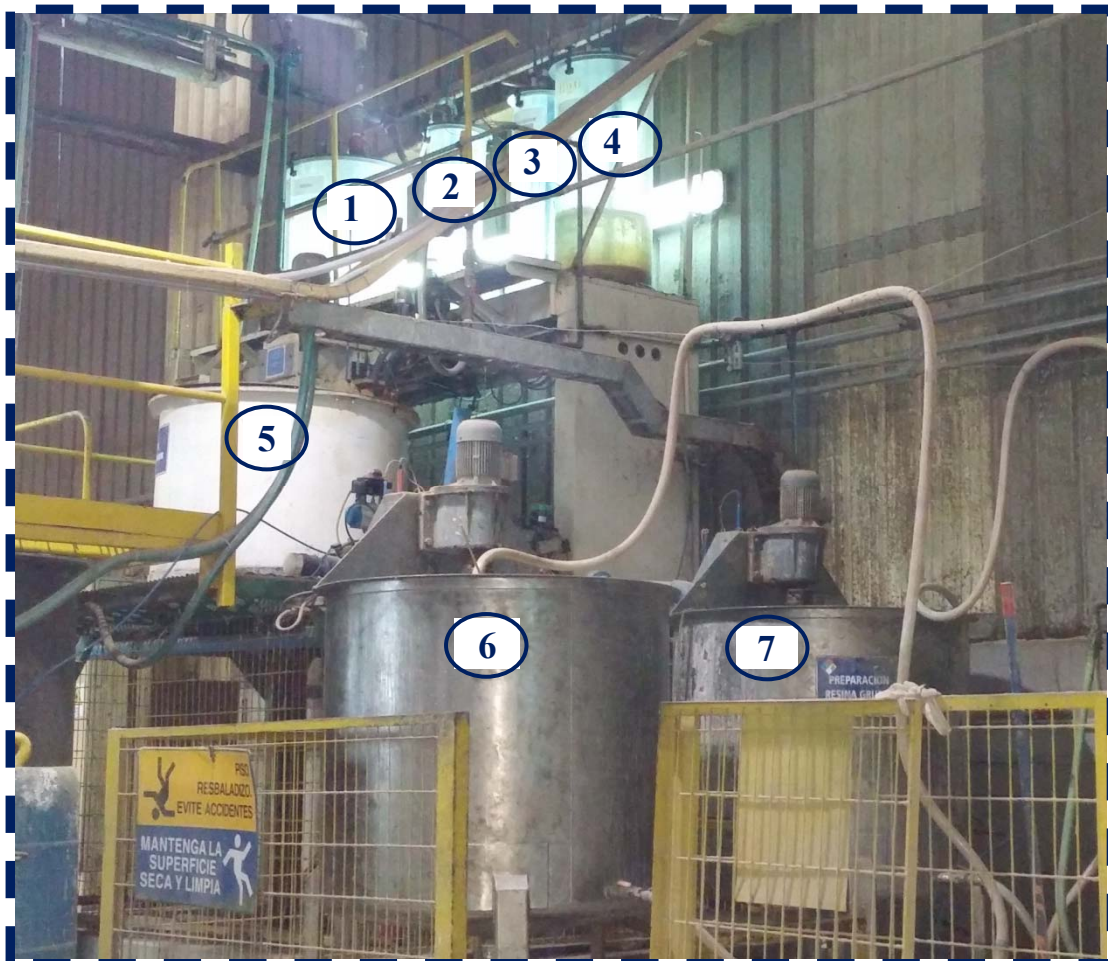


Figura 2. Fotografía proceso en terreno

1.1 Panel de control

Como se mencionaba anteriormente el panel de control posee diversas funciones entre las cuales están el funcionamiento en modo manual o automático, elección de producir solo cola fina, cola gruesa o ambas, además de poder variar las sustancias de cada receta. También se puede variar la dosis de cada sustancia en cada receta variando la altura de las varillas fina y gruesa, tema que se aclarara en incisos posteriores. También como todo sistema de control posee una parada de emergencia ante un eventual hecho anómalo.



Figura 3. Fotografía exterior tablero de fuera y control proceso cocina cola



1.2 Instrumentó de medición de nivel actual

Los instrumentos utilizados para medir los niveles de todos los estanques del área cocina cola, son de carácter digital o discretos, cumpliendo la función de medir discretamente el nivel de los líquidos.

Descripción sensor de nivel

El actual sensor de nivel se compone de dos elementos, un elemento primario de medición (varilla o electrodo) y un relé de nivel el cual excita a este electrodo. Este relé conmuta contactos

secos NA y NC si existe liquido entre la varilla masa y el electrodo que está midiendo (varilla mínimo, grueso, fino o emergencia), por tanto para cada varilla existe un relé, son 4 relés de nivel por vaso, todos detectando con una misma referencia masa.

También el nivel (h) de detección se puede variar solo moviendo la varilla de detección hacia arriba o abajo, y para que se efectuó la correcta detección en la nueva posición se ajusta con un potenciómetro dispuesto en el mismo dispositivo.

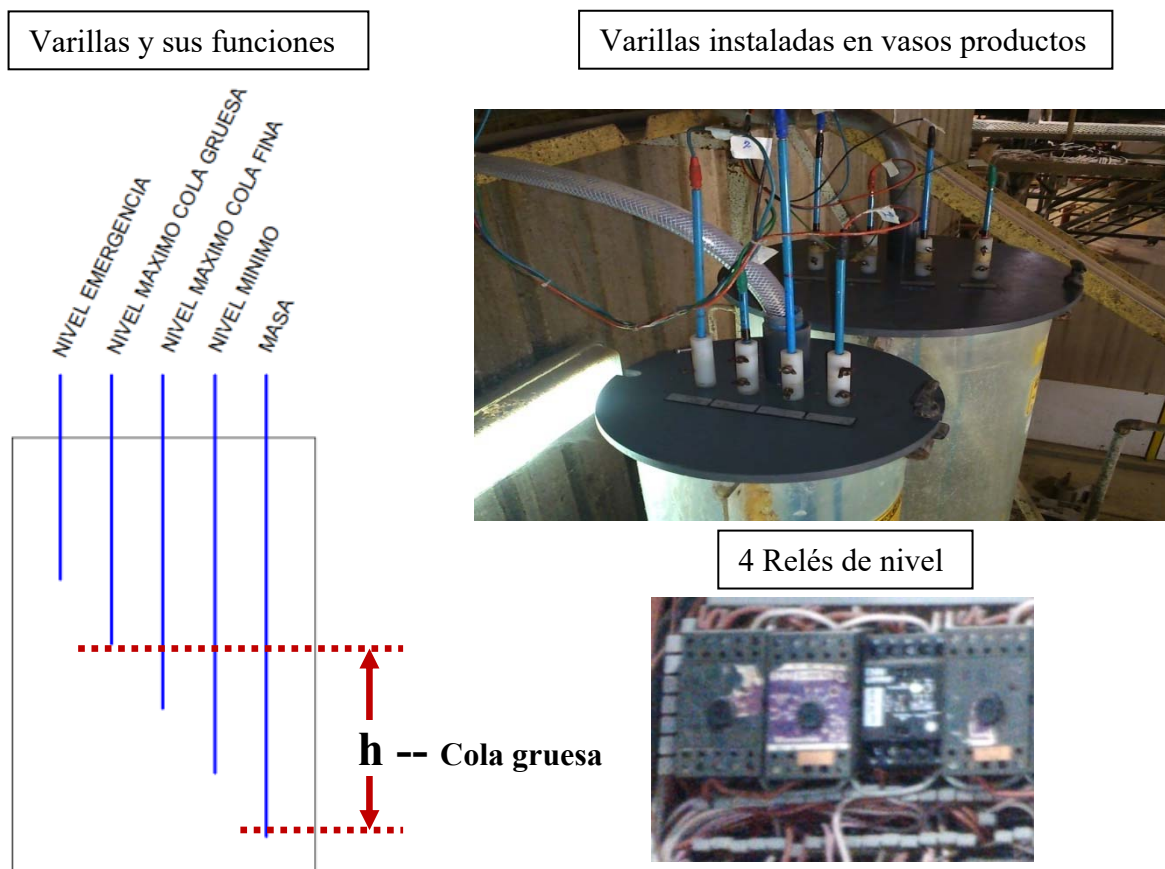


Figura 4. Fotografía sensor de nivel actualmente instalado

2.4 Actuadores utilizados

Los actuadores utilizados para controlar los niveles (LR, LS, LC y LA) sustancias con las que se cargan los vasos 1, 2, 3 y 4, son 3 motores (M1, M2 y M3) los cuales accionan un cuerpo bomba tipo centrifuga, estos son acompañados de 4 válvulas on/off (V1, V2, V3 y V4) las cuales evitan que sigan re circulando líquidos hacia los vasos. También los actuadores encargados de la descarga estas sustancias al estanque mezcla (5) son las válvulas (V5, V6, V7 y V8). El motor

encargado mezclar las 4 sustancias es el M4 el cual esta acoplado aspas. Luego las válvulas encargadas de descargar el producto terminado ya mezclado homogéneamente son la V9 (para preparación de cola fina) y V10 (para preparación de cola gruesa). Para terminar los motores agitadores encargados de mantener en movimiento la cola preparada son el motor M5 (cola fina en estanque 6) y M6 (cola gruesa en estanque 7). En total son 16 actuadores los cuales son controlados de forma discreta o on/off.

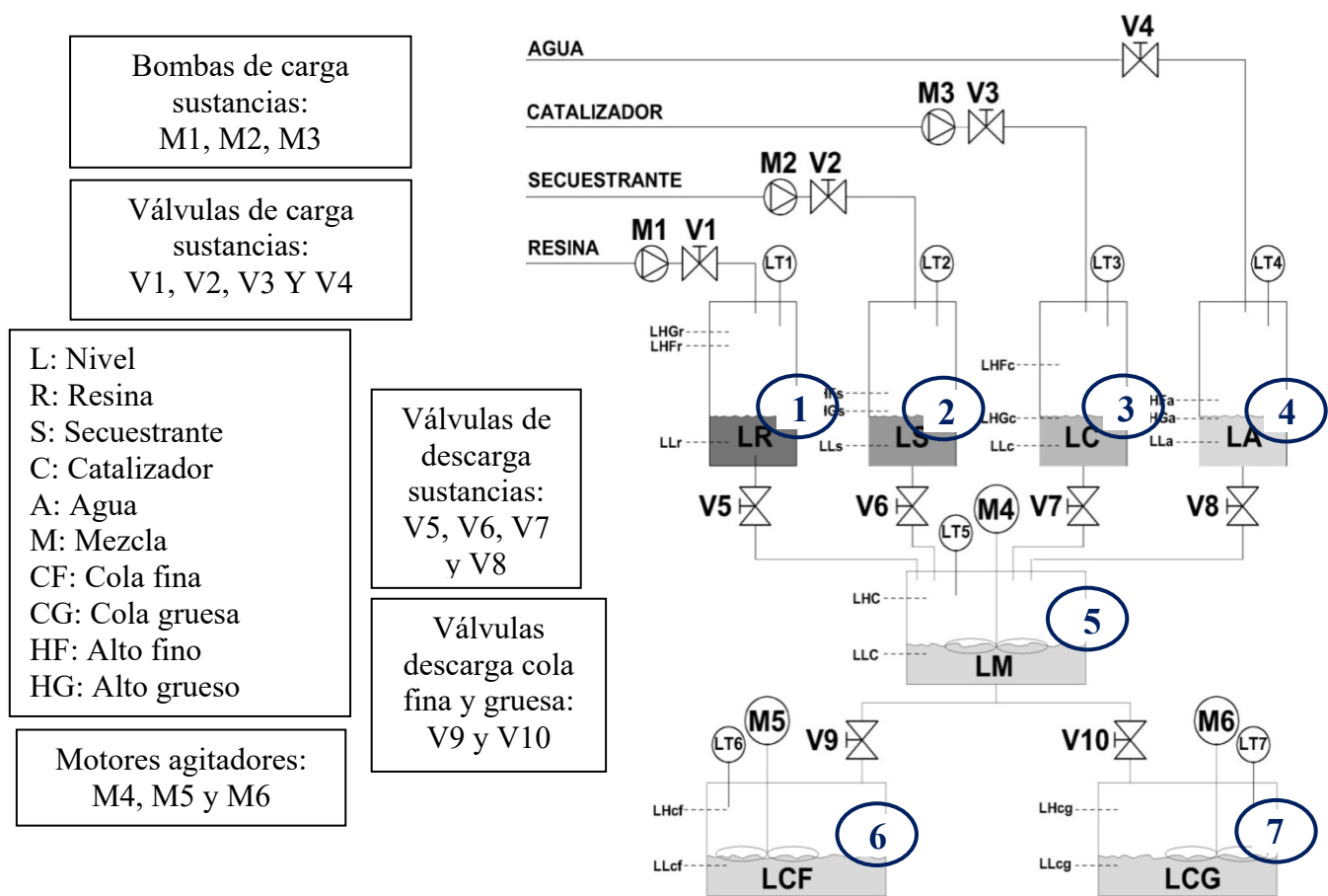


Figura 5. Fotografía diagrama proceso especificación de actuadores

2. JUSTIFICACION DEL PROYECTO

El proyecto se justifica para aspectos técnicos y económicos. En aspectos técnicos, básicamente mejora la supervisión y accesibilidad a las variables de control. Y en aspectos económicos la reducción de costos de mantención.

2.1 Aspectos Técnicos

Los aspectos técnicos favorecen especialmente a una mejor producción, monitorización de las variables del proceso, como también un sistema de control más confiable e inteligente.

2.1.1 Protección adicional para mejor coordinación de protecciones.

El actual circuito de fuerza necesita incorporar una protección que respalde fallas aguas debajo de las barras de distribución del tablero del proceso de cocina cola. Esto debido a que para cortocircuitos en la barra o aguas abajo está actuando protección de la barra de donde proviene el alimentador, dispuestos en otro tablero y sala eléctrica a 40 metros, dejando fuera de servicio equipos de otro proceso.

2.1.2 Incorporar la monitorización y alarmas de las variables de proceso por pantallas HMI.

En repetidas veces que ha fallado cualquier dispositivo de instrumentación, control o de protección eléctrica, y algunos actuadores quedan inoperativo por ese motivo durante la secuencia automática, el operador viene a registrar la falla cuando se detiene la línea completa, cosa que provoca bastantes pérdidas.

El actual sistema de control no posee monitorización en sala de control. Con el nuevo proyecto el operador podrá tener visualización en pantallas HMI en sala de control de las magnitudes de las variables de proceso como nivel, alarmas y también el estado de funcionamiento de los actuadores.

2.1.3 Incorporación de preparación de receta por pantallas HMI

Actualmente las dosis de sustancias a mezclar para formar la cola, se modifican a través del cambio de posición de unos electrodos (varillas) puestas en los estanques, tomando como referencia los litros a través de una regla graduada, con el nuevo proyecto solo se realizara ingresando los litros en una pantalla HMI en sala de control.

2.1.4 Reducción de circuitos físicos y dispositivos de instrumentación y control obteniendo eficacia en la búsqueda de problemas.

La eliminación de los actuales instrumento de medición (relé de nivel) y el remplazo de una lógica cableada por una en un software de programación de PLC, nos permiten la gran simplificación en general del sistema, permitiendo poder reducir los tiempos de búsqueda de fallas y o la vulnerabilidad del sistema ante la falla de equipos de control como relés y temporizadores, los cuales ya no existirán.

2.1.5 Accesibilidad para modificar y/o expandir la lógica de control en el programa PLC

Al controlar la secuencia automática del proceso con un PLC, nos deja las puertas abiertas para seguir automatizando la línea, sin duda que hay más cosas que se pueden mejorar como:

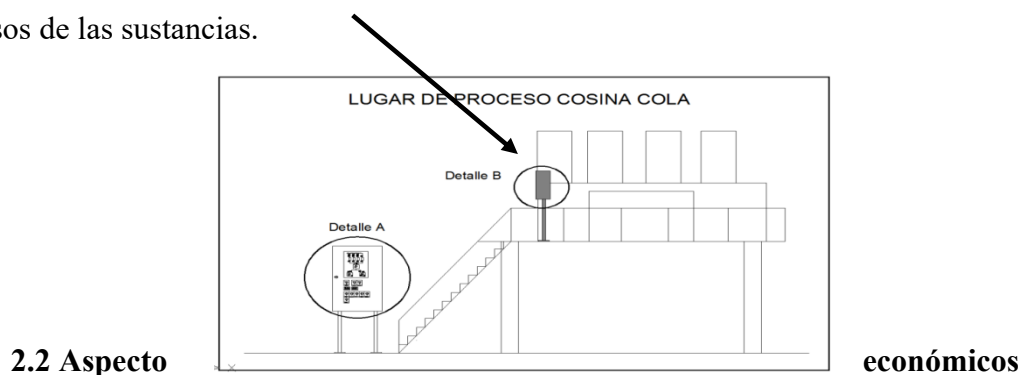
- Establecer configuraciones de recetas listas, cosa que el operador solo habilite la receta para tal producción. Esto permitirá que ya no sea necesario estar revisando casa dosis y receta dependiendo del producto que se quiere fabricar.
- Realizar un programa más eficaz, que no tenga que esperar el vaciado completo de la cola fina al estanque se reserva el cual está a punto de llenarse sobre la referencia de pedido, para recién empezar con la preparación de la cola gruesa, sino más bien que comience la preparación en un delta tiempo adecuado para que no se topen ambos productos en el estanque mezcla, reduciendo los tiempos que se emplea para la preparación de los productos.
- Realizar un programa que reduzca los costos de mantención. Generalmente cuando se detiene la línea de producción por motivos de mantención, los estanques de reserva de cola fina y gruesa quedan con un nivel cercano a la referencia baja, lo cual involucra dependiendo de los días de la mantención, tener que extraer la cola y vaciarlas a desechos industriales, cosa que involucra tiempo y costos de mantención y productos adicionales, esto se podría reducir con un programa que detenga adelantadamente la preparación de cola, esto con algún calculo interno que considere las horas que faltan para que se detenga la línea y a su vez el proceso y el consumo de cola por tiempo que requiere normalmente el proceso que la ocupa (encoladoras), para así detener adelantadamente la preparación y evitar este costo de mantención que equivale a un valor alrededor de los \$300.000 pesos, y la cola que se pierde equivalente a \$400.00 pesos, todo esto equivalente a un costo anual de 8.400.000 pesos.

2.1.6 Reducción de tiempo en la secuencia del proceso.

Actualmente la secuencia del proceso de preparación de cola fina o gruesa, tiene lapsos de tiempos muertos, esos tiempos con la nueva secuencia serán eliminados, permitiendo poder preparar cola fina o gruesa en un menor tiempo. Cuando se inicia la preparación de cola fina o gruesa, al cargar las sustancias a los vasos (resina, secuestrante, catalizador y agua), no descarga de inmediato, sino más bien en aproximadamente 40 sg después, luego descarga al estanque de mezcla, y posterior a eso descarga al estanque de reserva de cola, pero al término de la descarga completa del estanque de mezcla al estanque de reserva, la válvula V9 o V10, permanece abierto durante 30 sg, tiempo innecesario que retrasa la preparación posterior. Más aun cuando esta válvula se cierra el inicio de la próxima preparación demora 1 min. Estos tiempos muertos son completamente anulados en la nueva secuencia del proceso controlada por el PLC.

2.1.7 Tablero adicional para mejorar preparación manual

Los operadores cuando tenían fallas en la secuencia automática, realizaban preparación de cola de forma manual a través de los selectores del panel, pero la visualización de los niveles de sustancias es muy mala de abajo, para lo cual tenían que coordinar la operación con otro operador, haciendo más dificultoso la maniobra cuando se encontraban solo en el área. Esto será mejorado ya que se incorporara un tablero de preparación manual en la planta superior al lado de los vasos de las sustancias.



Los aspectos económicos consideran el disminuir los gastos de mantención y de personal operario los cuales justifican y cubren el costo del proyecto en 5 años.

Realizaremos el flujo de caja que involucran ambos sistemas, el actualmente instalado y el que se instalara a futuro como proyecto de inversión, proyectado a 5 años, con el objetivo de analizar la rentabilidad del nuevo proyecto.

Cabe destacar que la información de costos fijos y variables fueron referencias dadas por personal de trabajo de Masisa.

Los costos variables serian entre luz, combustibles, piezas mecánicas, repuestos electrónicos y eléctricos, etc.

Los costos fijos serían los de mantención y recurso humano o personal contratado.

A continuación se detallaran los valores necesarios para la evaluación económica y de rentabilidad del proyecto.

2.2.1 Costos fijos sistema actual

Esta tabla representa la frecuencia de gastos de mantención de los sensores de nivel, de los estanques de reserva de cola fina y gruesa, y la pérdida de la cola cuando se detiene la línea por más de dos días. Estas mantenciones están programadas para el término de cada mes, y además está la realiza una empresa externa, con la cual se muestra en la siguiente tabla.

Costos de mantención y pérdida de cola

| Costos de mantención anual | | | |
|------------------------------|------------------|------------------|----------------------|
| | Costo mantención | Cantidad por año | Total anual |
| Mantención sensores de nivel | \$ 800.000 | 10 | \$ 8.000.000 |
| Mantención estanques de cola | \$ 600.000 | 10 | \$ 6.000.000 |
| Perdida residuos de cola | \$ 400.000 | 10 | \$ 4.000.000 |
| | | Total | \$ 18.000.000 |

La tabla presenta que los costos anuales de mantención, equivalentes a \$18.000.000 anuales.

Esta la siguiente tabla representa los costos que involucra tener 2 operadores en terreno debido a la nula monitorización del sistema en pantallas de procesos sala de control.

Costo de operadores

| Matriz de Cargos | | | |
|------------------|--------------|-------|---------------|
| Recursos humanos | Remuneración | Meses | año |
| Gerente | 0 | 0 | 0 |
| jefatura | 0 | 0 | 0 |
| 2 Operadores | \$ 980.000 | 12 | \$ 11.760.000 |
| Secretaria | 0 | 0 | 0 |

La tabla presenta los costos anuales de recursos humano, equivalentes a \$11.760.000 anuales.

Este funciona con dos operadores para cumplir que el flujo productivo no se detenga, hoy en día la empresa busca disminuir los costos por la cual se ha generado una propuesta de mejora en la cual el sistema nuevo solo necesita un solo operador.

Costos totales anuales sistema actual

| Costos totales | Costo anuales |
|-----------------------|----------------------|
| Costos de mantención | \$ 18.000.000 |
| Costos recurso humano | \$ 11.760.000 |
| Total | \$ 29.760.000 |

La tabla presenta los costos totales anuales del sistema actualmente instalado, considera mantenciones más el pago de operarios, equivalentes a un valor de \$29.760.000.

2.2.2 Costos de inversión nuevo proyecto

Considerando el costo total de inversión del proyecto el cual involucra equipos, dispositivos, materiales y mano de obra.

| Equipos y materiales | | | |
|---------------------------------------|------------|-------------------------------|------------------|
| Detalle | Año 0 | | |
| Interruptor general | \$ 39.838 | Selectores de 3 posiciones | \$ 48.000 |
| Porta fusibles alim. General | \$ 40.104 | Armario metálico | \$ 545.379 |
| Fusibles alimentador general | \$ 9.000 | Armario metálico | \$ 74.487 |
| Alimentador general | \$ 35.520 | Sensor ultrasónico microsonic | \$ 2.380.000 |
| Barras trifásicas | \$ 22.569 | PLC Mitsubishi | \$ 2.200.000 |
| Contactador trifásico | \$ 85.747 | Total | 6.610.409 |
| Guardamotores trifásicos | \$ 252.000 | Mano de obra | |
| Protección monofásicas | \$ 60.000 | 1 Ingeniero | 850000 |
| Protección monofásicas | \$ 30.000 | 3 Técnicos | 1600000 |
| Protección monofásicas | \$ 6.450 | Total | 2.450.000 |
| Relés de interfaz 24 VDC | \$ 198.704 | Otros gastos | |
| Relé de control 220 VAC | \$ 35.695 | 10% Costo total | 906.000 |
| Contactores motores y voltaje control | \$ 160.670 | TOTAL INVERSION | |
| Cable 4 conductores | \$ 157.510 | \$ 9.966.000 | |
| Alimentadores solenoides | \$ 134.589 | | |
| Peines de alimentación | \$ 3.478 | | |
| Canaletas de cables | \$ 46.830 | | |
| Selectores de 2 posiciones | \$ 43.839 | | |

La tabla presenta los costos de inversión del proyecto, equivalente a \$9.966.000

2.2.3 Costos fijos proyecto de inversión

Esta tabla representa la nueva frecuencia de gastos de mantención que debiera tener el futuro sistema. Estas mantenciones están programadas 1 para cada semestre, en la siguiente tabla de presentan detalles.

Costos de mantención y pérdida de cola

| Costos de mantención anual | | | |
|------------------------------|------------------|------------------|----------------------|
| | Costo mantención | Cantidad por año | Total por mantención |
| Mantención sensores de nivel | \$ 800.000 | 2 | \$ 1.600.000 |
| Mantención estanques de cola | \$ 600.000 | 2 | \$ 1.200.000 |
| Perdida residuos de cola | \$ 400.000 | 2 | \$ 800.000 |
| | | Total | \$ 3.600.000 |

La tabla presenta que los costos anuales de mantencion, equivalente a \$3.600.000 anuales.

Esta tabla representa los costos que involucra tener ahora solo 1 operador en terreno, ya que con el nuevo sistema, las variables de proceso y o cualquier falla se indicara en pantalla en sala de control.

Costo de operador

| Matriz de Cargos | | | |
|------------------|--------------|-------|--------------|
| Recursos humanos | Remuneración | Meses | año |
| Gerente | 0 | 0 | 0 |
| jefatura | 0 | 0 | 0 |
| 1 Operadores | \$ 490.000 | 12 | \$ 5.880.000 |
| Secretaria | 0 | 0 | 0 |

La tabla presenta que los costos de recursos humano, son de \$5.880.000 anuales.

Este funciona con dos operadores para cumplir que el flujo productivo no se detenga, hoy en día la empresa busca disminuir los costos por la cual se ha generado una propuesta de mejora, en la cual el sistema nuevo solo necesita un solo operador.

Costos totales sistema nuevo

| Costos totales | Costo anuales |
|-----------------------|---------------|
| Costos de mantención | \$ 3.600.000 |
| Costos recurso humano | \$ 5.880.000 |

| | |
|--------------|---------------------|
| Total | \$ 9.480.000 |
|--------------|---------------------|

La tabla presenta costos totales anuales de mantenciones más el pago de operarios, equivalente a un valor de \$9.480.000.

A continuación se mostrara la siguiente ecuación la reducción de costo con el nuevo proyecto:

$$\text{Porcentaje de reducción de costo} = \text{Costo sistema actual} - \text{Costo nuevo sistema}$$

$$29.760.000 - 9.480.000 = 20.280.000 \quad (1)$$

Con la ecuación número (1) se muestra que hay una reducción **68,14%** en términos de costos fijos anuales.

Tabla flujo caja sistema actual

| Variables | años | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------------|------|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Ingresos | | | \$ 82.080.000 | \$ 82.080.000 | \$ 82.080.000 | \$ 82.080.000 | \$ 82.080.000 |
| Costos Variables | | | -\$ 30.000.000 | -\$ 30.900.000 | -\$ 31.827.000 | -\$ 32.781.810 | -\$ 33.765.264 |
| Costos Fijos | | | -\$ 29.760.000 | -\$ 29.760.000 | -\$ 29.760.000 | -\$ 29.760.000 | -\$ 29.760.000 |

| | | | | | | | |
|-----------------------------------|----------------------|-------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Utilidad operacional | | | \$ 22.320.000 | \$ 21.420.000 | \$ 20.493.000 | \$ 19.538.190 | \$ 18.554.736 |
| Depreciación Maquinaria | | | -\$ 6.059.167 | -\$ 5.508.333 | -\$ 4.957.500 | -\$ 4.406.667 | -\$ 3.855.833 |
| Ingresos Antes de Impuestos | | | \$ 16.260.833 | \$ 15.911.667 | \$ 15.535.500 | \$ 15.131.523 | \$ 14.698.902 |
| Impuesto a la Renta (20%) | | | -\$ 3.252.167 | -\$ 3.182.333 | -\$ 3.107.100 | -\$ 3.026.305 | -\$ 2.939.780 |
| Ingresos de Impuestos | | | \$ 13.008.667 | \$ 12.729.333 | \$ 12.428.400 | \$ 12.105.219 | \$ 11.759.122 |
| Capital Propio | | | | | | | |
| Valor residual | | | | | | | \$ 3.855.833 |
| Depreciación | | | \$ 6.059.167 | \$ 5.508.333 | \$ 4.957.500 | \$ 4.406.667 | |
| Total | 0 | \$ - | \$ 19.067.833 | \$ 18.237.667 | \$ 17.385.900 | \$ 16.511.885 | \$ 15.614.955 |
| VAN | \$ 38.166.345 | | | | | | |
| TIR | | | | | | | |
| Tasa exigible del proyecto | 25% | | | | | | |

Tabla flujo caja sistema futuro

| Variables | años | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Ingresos | | | \$ 82.080.000 | \$ 82.080.000 | \$ 82.080.000 | \$ 82.080.000 | \$ 82.080.000 |
| Costos Variables | | | -\$ 30.000.000 | -\$ 30.900.000 | -\$ 31.827.000 | -\$ 32.781.810 | -\$ 33.765.264 |
| Costos Fijos | | | -\$ 9.480.000 | -\$ 9.480.000 | -\$ 9.480.000 | -\$ 9.480.000 | -\$ 9.480.000 |
| Utilidad operacional | | | \$ 42.600.000 | \$ 41.700.000 | \$ 40.773.000 | \$ 39.818.190 | \$ 38.834.736 |
| Depreciación Maquinaria | | | -\$ 6.059.167 | -\$ 5.508.333 | -\$ 4.957.500 | -\$ 4.406.667 | -\$ 3.855.833 |
| Ingresos Antes de Impuestos | | | \$ 36.540.833 | \$ 36.191.667 | \$ 35.815.500 | \$ 35.411.523 | \$ 34.978.902 |
| Impuesto a la Renta (20%) | | | -\$ 7.308.167 | -\$ 7.238.333 | -\$ 7.163.100 | -\$ 7.082.305 | -\$ 6.995.780 |
| Ingresos de Impuestos | | | \$ 29.232.667 | \$ 28.953.333 | \$ 28.652.400 | \$ 28.329.219 | \$ 27.983.122 |
| Capital Propio | | | | | | | |
| Valor residual | | | | | | | \$ 3.855.833 |
| Depreciación | | | \$ 6.059.167 | \$ 5.508.333 | \$ 4.957.500 | \$ 4.406.667 | |
| inversion | | -\$ 9.966.000 | | | | | |
| Total | 0 | -\$ 9.966.000 | \$ 35.291.833 | \$ 34.461.667 | \$ 33.609.900 | \$ 32.735.885 | \$ 31.838.955 |
| VAN | \$ 65.098.248 | | | | | | |
| TIR | 352% | | | | | | |
| Tasa exigible del proyecto | 25% | | | | | | |

2.2.4 Evaluación rentabilidad del proyecto

El proyecto de implementación de una nueva automatización del proceso de cocina cola línea mende Masisa Concepción, es **altamente rentable**, con un valor actual neto (VAN) de \$ 65.098.248 y con una tasa interna de retorno (TIR) del 352%, recuperando la inversión inicial de

\$ 9.966.000 en menos de un semestre, aproximadamente 4 meses. También reduce los costos fijos de mantención y recuso humano en un 68% y maximiza las utilidades debido a la nula detención que tendrá por fallas técnicas y o por mantención.

El proyecto favorece a la empresa económicamente, es rentable en poco tiempo y mejora la productividad.

3. PROCESO EN NUEVO PROYECTO

El proceso tiene como objetivo principal mezclar homogéneamente sustancias como resina, secuestrante, catalizador y agua, obteniendo como resultado cola fina o gruesa, dependiendo de la receta y cantidades de cada sustancia que se mezcla.

Considerando las características y secuencia del proceso, en el nuevo proyecto, este se ejecutara con un panel de control con selectores, software HMI en sala de control, sensores análogos de medición de nivel, válvulas on/off y motoras trifásicos acoplados a bombas y aspas de agitadores y un PLC el cual recibirá todas las mediciones análogas, estados discretos de selectores y referencias de pantallas. Como también controlara todos los actuadores.

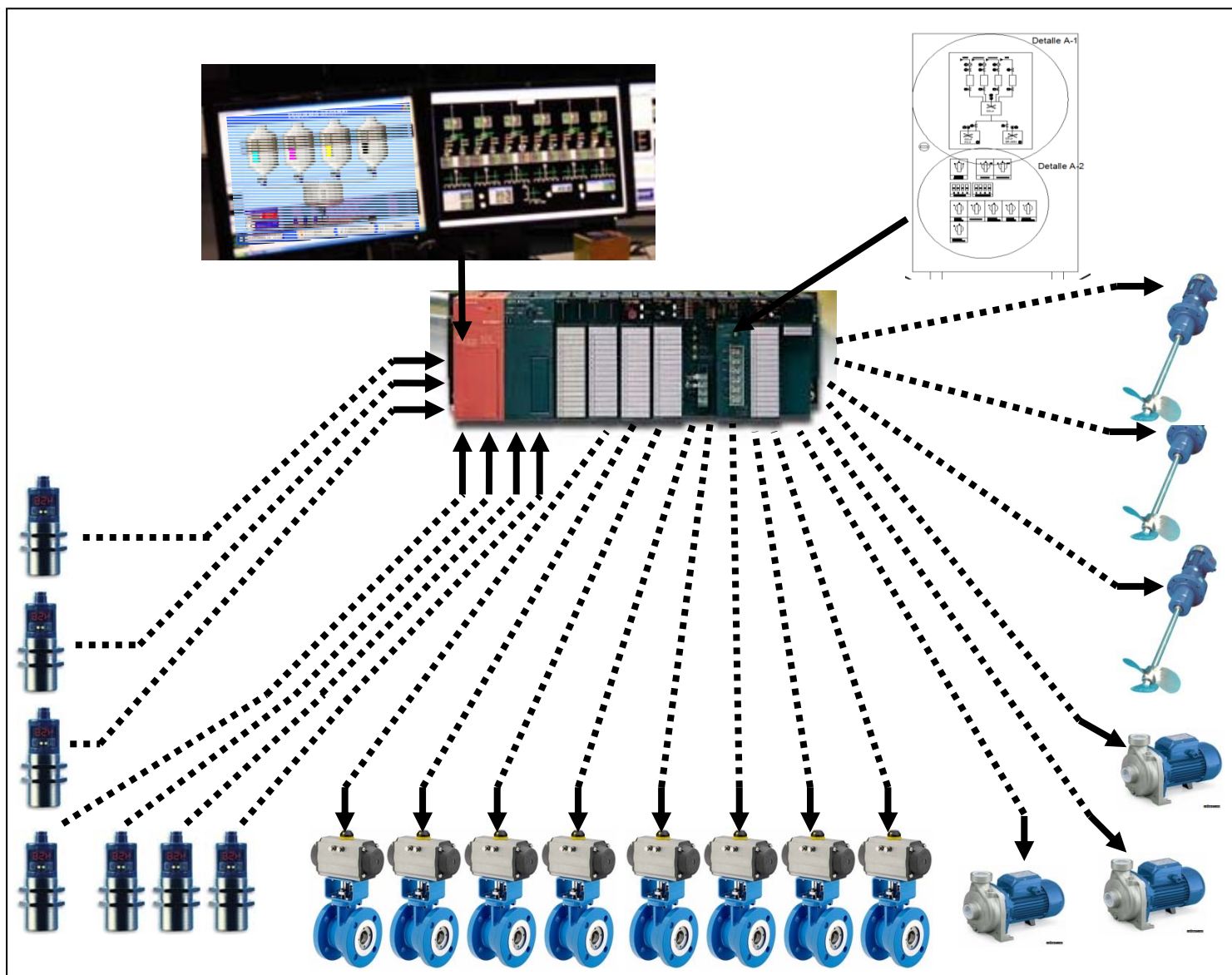


Figura 6. Esquema dispositivos asociados al proceso en el nuevo proyecto

3.1 Diagrama de proceso

Motores

- M1: Bomba de carga resina
- M2: Bomba de carga secuestrante
- M3: Bomba de carga catalizador
- M4: Motor agitador mezcla cola
- M5: Motor agitador cola fina
- M5: Motor agitador cola gruesa

Valvulas on/off

- V1: Válvula de carga resina
- V2: Válvula de carga secuestrante
- V3: Válvula de carga catalizador
- V4: Válvula de carga agua
- V5: Válvula de descarga resina
- V6: Válvula de descarga secuestrante
- V7: Válvula de descarga catalizador
- V8: Válvula de descarga agua
- V9: Válvula de descarga cola fina
- V10: Válvula de descarga cola gruesa

Transmisores de nivel

- LT1: Transmisor de nivel resina
- LT2: Transmisor de nivel secuestrante
- LT3: Transmisor de nivel catalizador
- LT4: Transmisor de nivel agua
- LT5: Transmisor de nivel mezcla cola
- LT6: Transmisor de nivel cola fina
- LT7: Transmisor de nivel cola gruesa

Referencias internas en software PLC

Se pueden variar en pantalla HMI

- LLr: Nivel bajo resina
- LHFr: Nivel alto fino resina
- LHGr: Nivel alto grueso resina
- LLs: Nivel bajo secuestrante
- LHFs: Nivel alto fino secuestrante
- LHGs: Nivel alto grueso secuestrante
- LLc: Nivel bajo catalizador
- LHFc: Nivel alto fino catalizador
- LHGc: Nivel alto grueso catalizador
- LLa: Nivel bajo agua
- LHFa: Nivel alto fino agua
- LHGa: Nivel alto grueso agua
- LLC: Nivel bajo cola
- LLH: Nivel alto cola
- LLcf: Nivel bajo cola fina
- LHcf: Nivel alto cola fina
- LLcg: Nivel bajo cola gruesa
- LHcg: Nivel alto cola gruesa

Variables de proceso

- LR: Nivel de resina
- LS: Nivel de secuestrante
- LC: Nivel de catalizador
- LA: Nivel de agua
- LM: Nivel mezcla
- LCF: Nivel cola fina

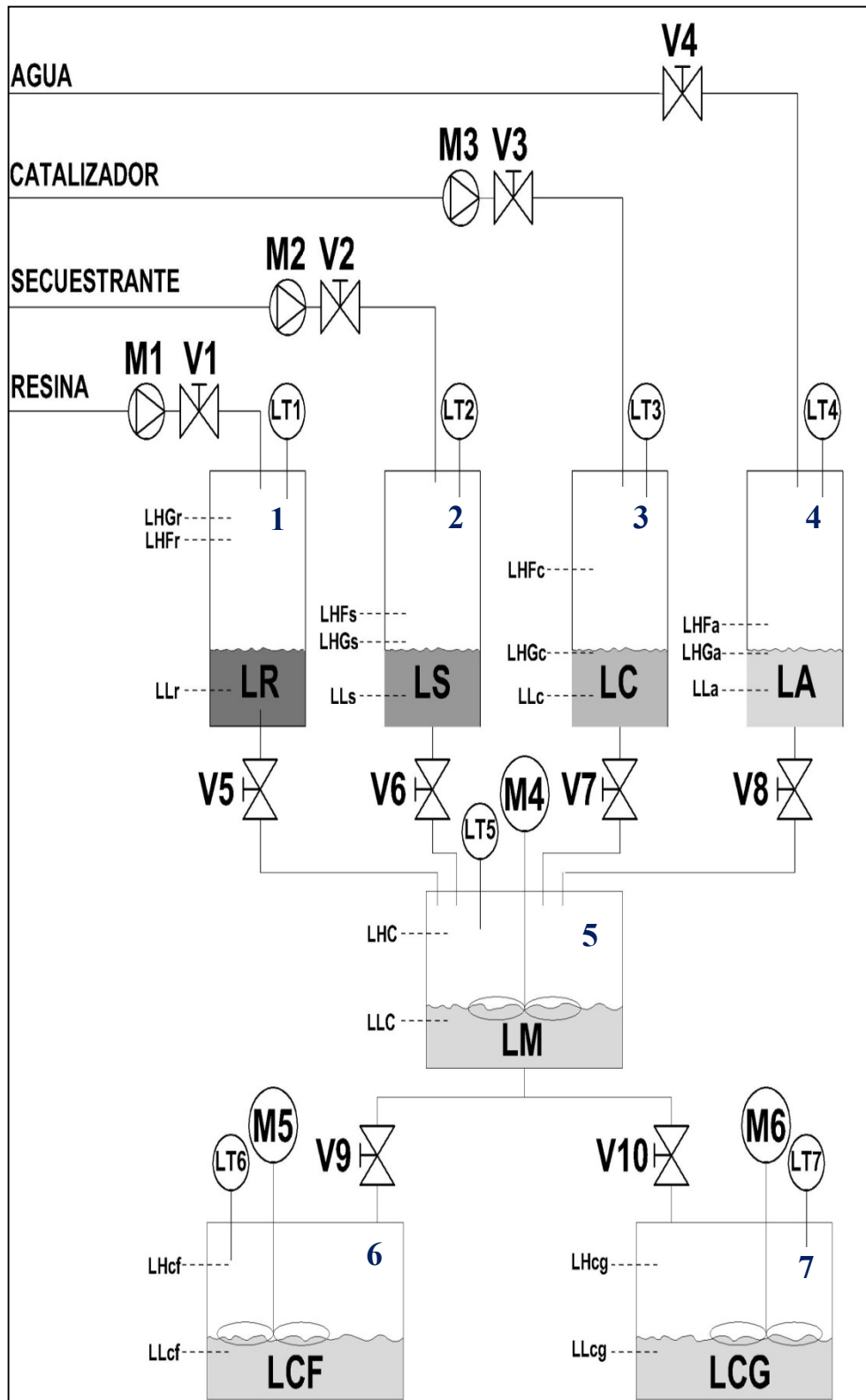


Figura 7. Diagrama proceso considerando dispositivos futuro sistema

Este esquema muestra la secuencia del proceso de una manera simplificada.

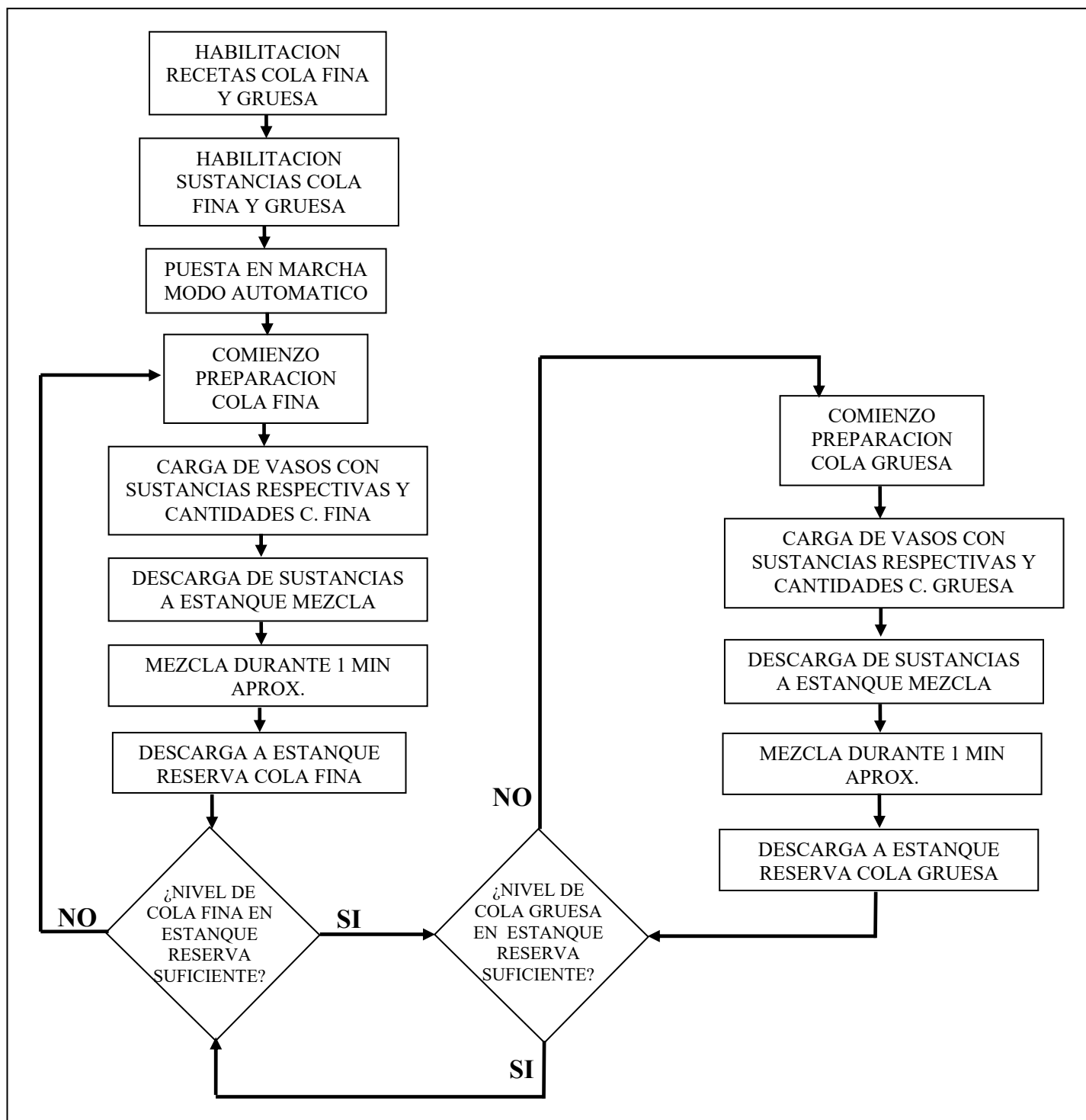


Figura 8. Esquema secuencia del proceso

3.3 Secuencia del proceso

1.- Selección de receta a preparar

El operador puede habilitar o no la preparación de la receta de cola fina o gruesa con los selectores S2 (preparación de cola fina) y S3 (preparación de cola gruesa). Posicionándolo en 1 habilita, en 0 deshabilita y en posición con retorno Start apura obligadamente una preparación de cola, pida o no pida la secuencia automática. En caso que solo deje uno habilitado, solo se preparará una receta cada vez que sea necesario para mantener los estantes de reserva con productos de cola sobre la referencia mínima.

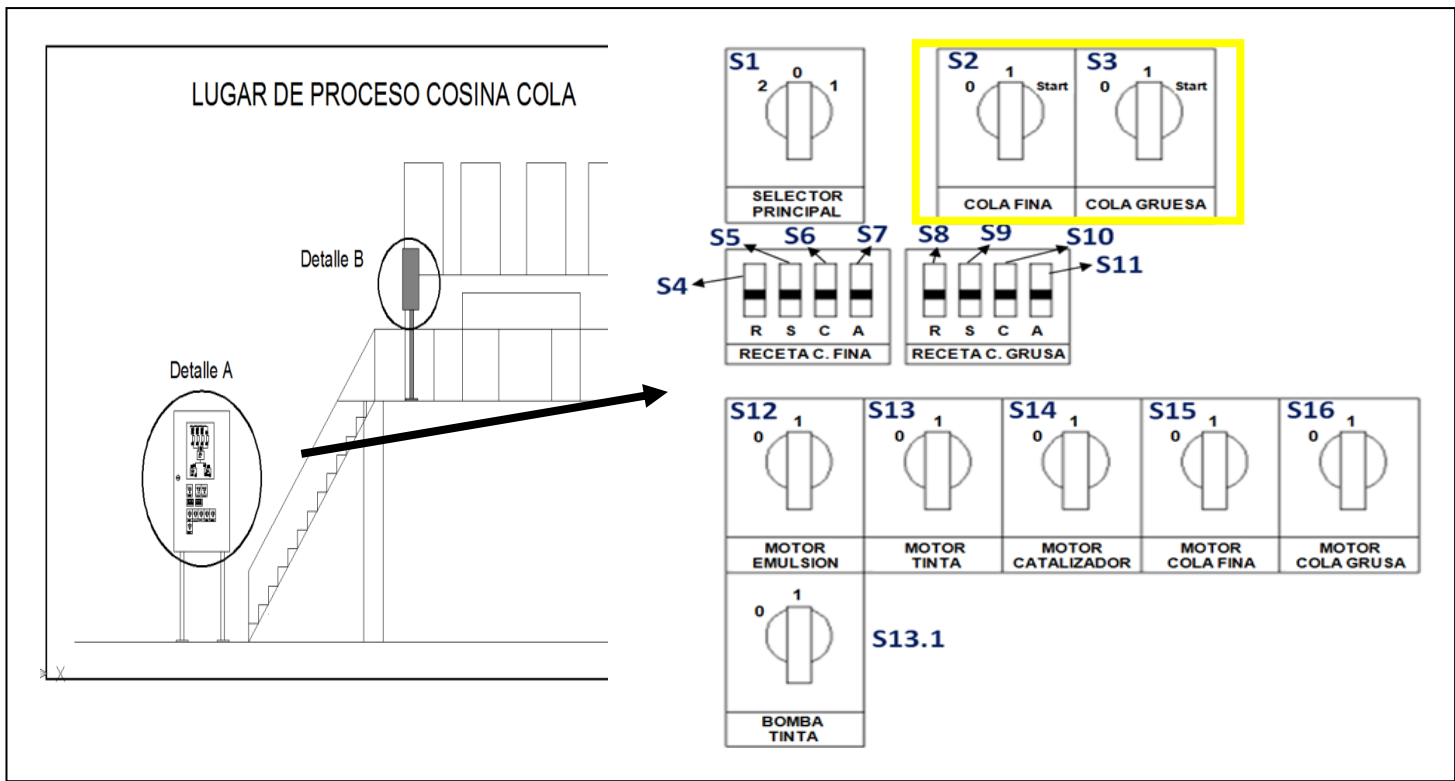


Figura 9. Esquema selectores preparación cola fina y gruesa

2.- Preparación de receta de cola fina y gruesa he inicio de secuencia automática

A- Con los selectores de la receta fina S4, S5, S6, S7 y receta gruesa S8, S9, S10 y S11 posicionados arriba habilitan las sustancias que conformaran la cola fina y gruesa. Las letras debajo de cada selector define que sustancia es, la R (resina), S (secuestrante), C (catalizador) y A (agua).

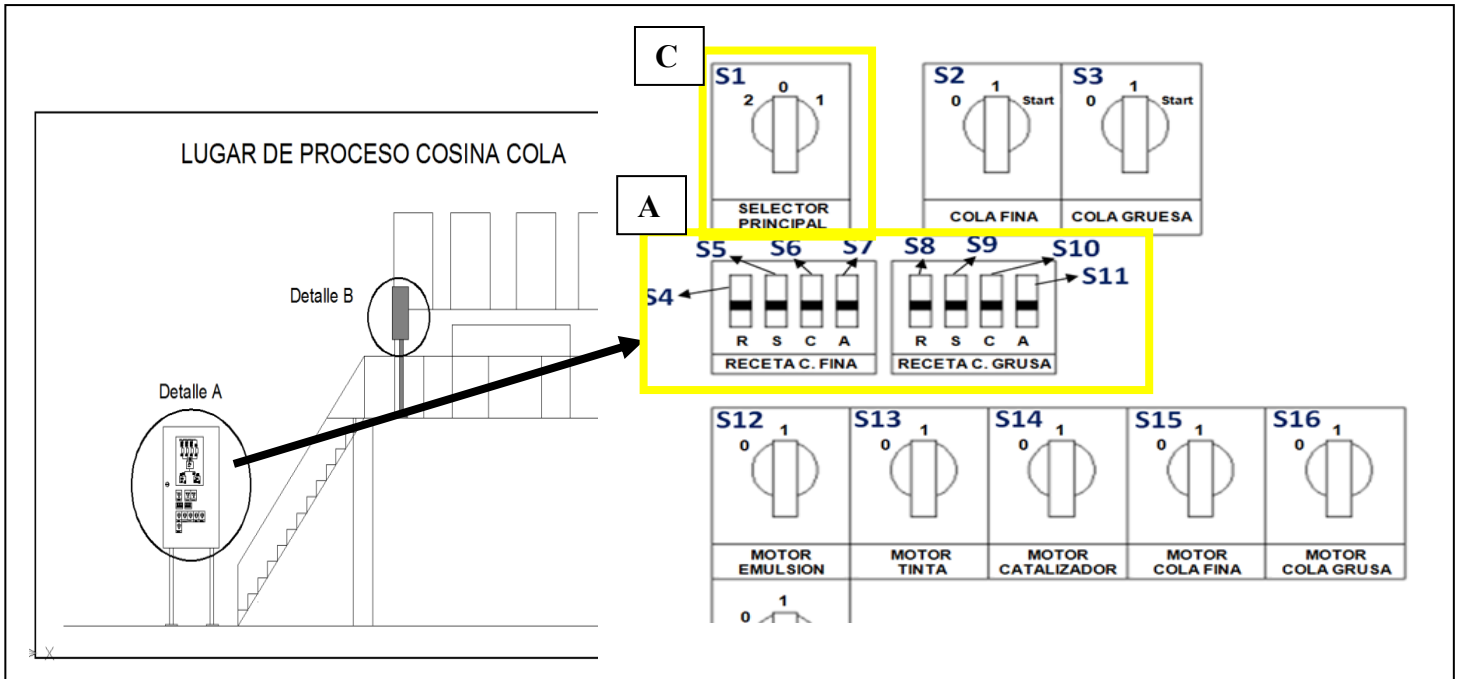


Figura 10. Esquema selectores preparación cola fina y gruesa

B- Una vez habilitadas las sustancias para cada receta, el operador debe ingresar la cantidad de cada sustancia para la preparación de cola fina (LF) and para la preparación de cola gruesa (LG), que se ingresaran a la mezcla, esto a través de una pantalla HMI en sala de control.

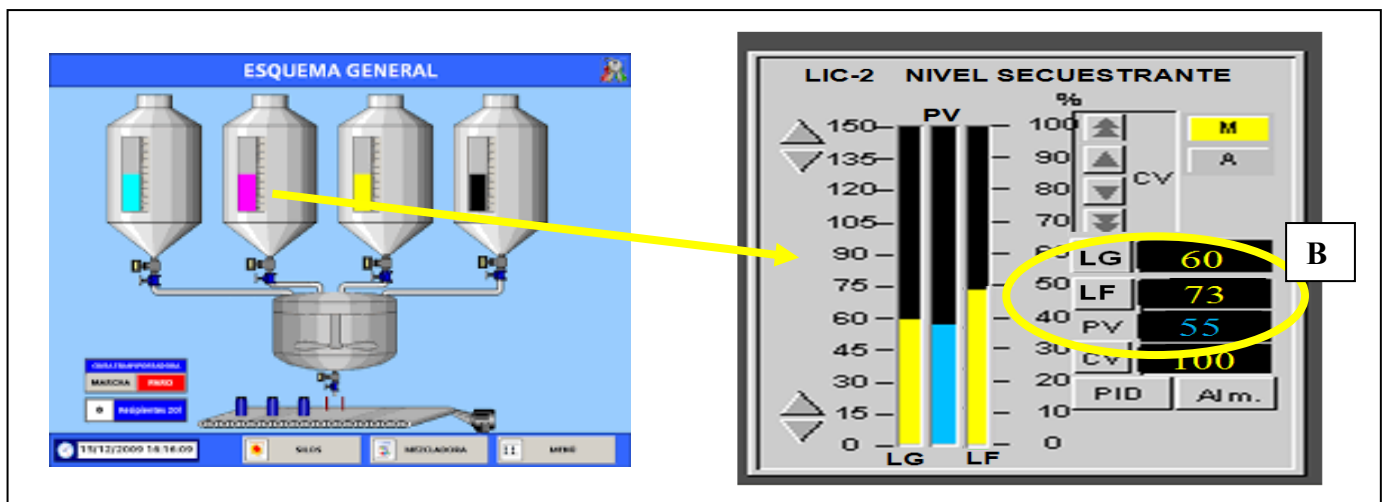


Figura 10. Esquema selectores preparación cola fina y gruesa

C- Teniendo todo

esto listo, el operador puede dar comienzo a la secuencia de preparación de colas, en modo automático accionando el selector S1 (posicionándolo en 1).

3.- Inicio secuencia de preparación cola fina

Una vez puesta en marcha la secuencia del proceso en modo automático, considerando están habilitadas ambas cola (fina y gruesa, paso 1A), si los estanques 6 y 7 están vacíos, parte con la preparación de cola fina, hasta que el estanque de reserva 6 se llene sobre la referencia LLcf (Nivel bajo cola fino), luego de esto recién comenzara a preparar cola gruesa.

Lógica:

Como $LCF < LLcf$ y $LCG < LLcg$, ambas necesitan preparación, pero como no se pueden preparar ambas al mismo tiempo, parte preparando **cola fina.**

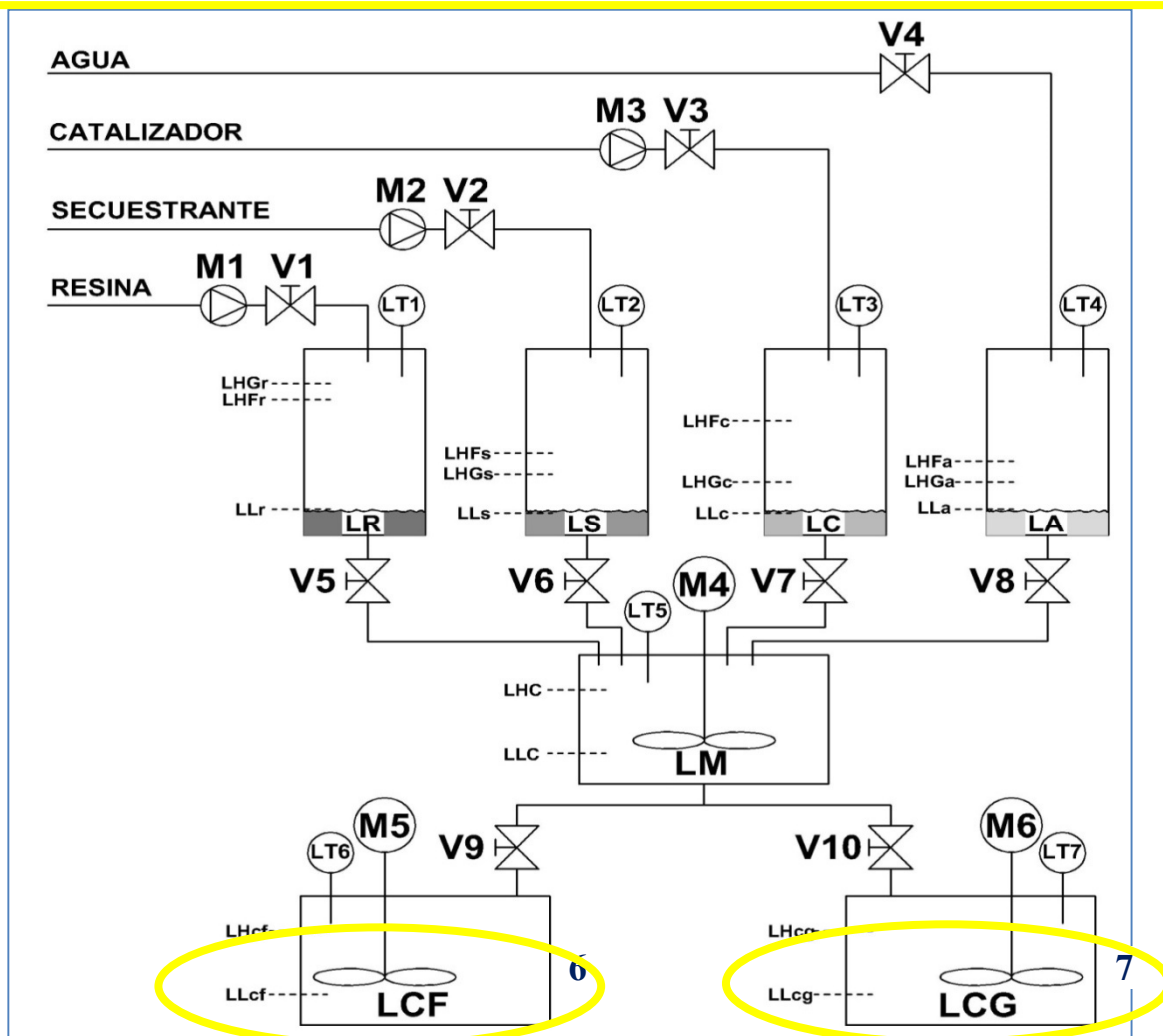


Figura 11. Diagrama proceso representa niveles bajo de cola fina y gruesa

4.- Carga de sustancias en vasos para preparación cola fina

Si los vasos se encuentran vacíos o con los niveles de sustancias menores a las referencias LHF (nivel alto fino), entran en funcionamiento las bombas y válvulas de carga. Para cada vaso corresponde una bomba, válvula y un transmisor de nivel el cual medirá los niveles nombrados como LR (nivel resina), LS (nivel secuestrante), LC (nivel catalizador) y LA (nivel agua).

Lógica:

M1 y V1 funcionan si $LR < LHF_r$

M2 y V2 funcionan si $LS < LHF_s$

M3 y V3 funcionan si $LC < LHF_c$

V4 funciona si $LA < LHF_a$

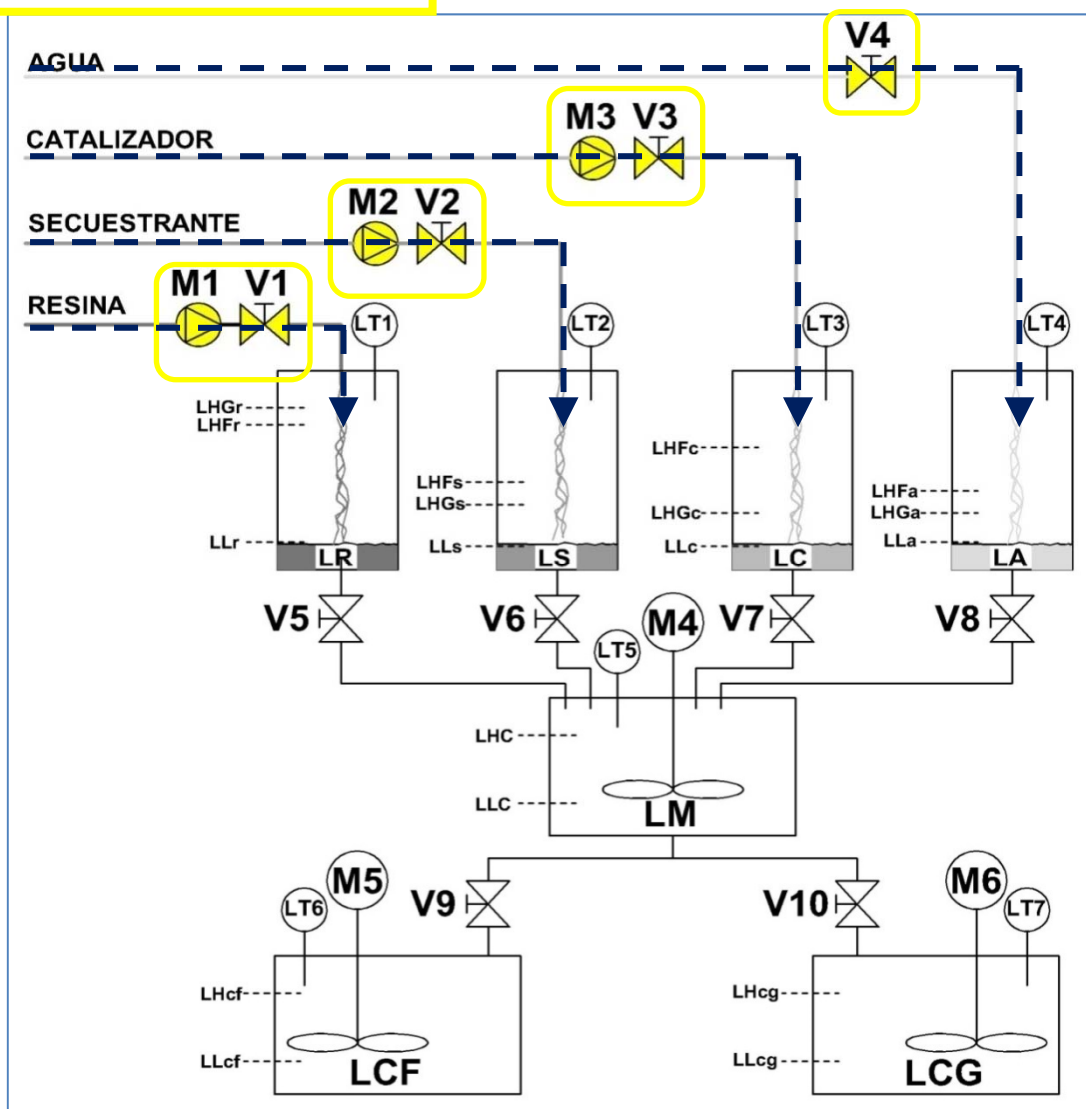


Figura 12. Diagrama proceso representa carga de sustancias para preparación fina

5.- Detención de carga de sustancias en vasos y inicio descarga

Cuando el nivel de sustancia es igual o mayor a las referencias LHF (nivel alto fino), detiene de inmediato la bomba y válvula de carga, llenando los vasos solamente con la cantidad requerida por el proceso el cual ingresa el operador en pantalla HMI. Ahora bien una vez que todos los niveles de sustancias alcanzaron la referencia LHF, de inmediato comienza la descarga de las sustancias al estanque de mezcla 5.

Lógica:

| | |
|--|---|
| -M1 y V1 dejan de funcionar si $LR > LHF_r$ | -M2 y V2 dejan de funcionar si $LS > LHF_s$ |
| -M3 y V3 dejan de funcionar si $LC > LHF_c$ | -V4 dejan de funcionar si $LA > LHF_a$ |
| -V5, V6, V7 y V8 solo funcionan si se dan todas las condiciones siguientes $LR > LHF_r, LS > LHF_s, LC > LHF_c$ y $LC > LHF_c$. | |

Comentario:
 Las bombas de carga (M1,M2,M3 y M4) y las válvulas de carga (V1,V2,V3 y V4) **NO VUELVEN A FUNCIONAR** HASTA QUE SE TERMINE EL CICLO COMPLETO DE PREPARACION DE COLA FINA (paso 8 cuando cierra la válvula V9)

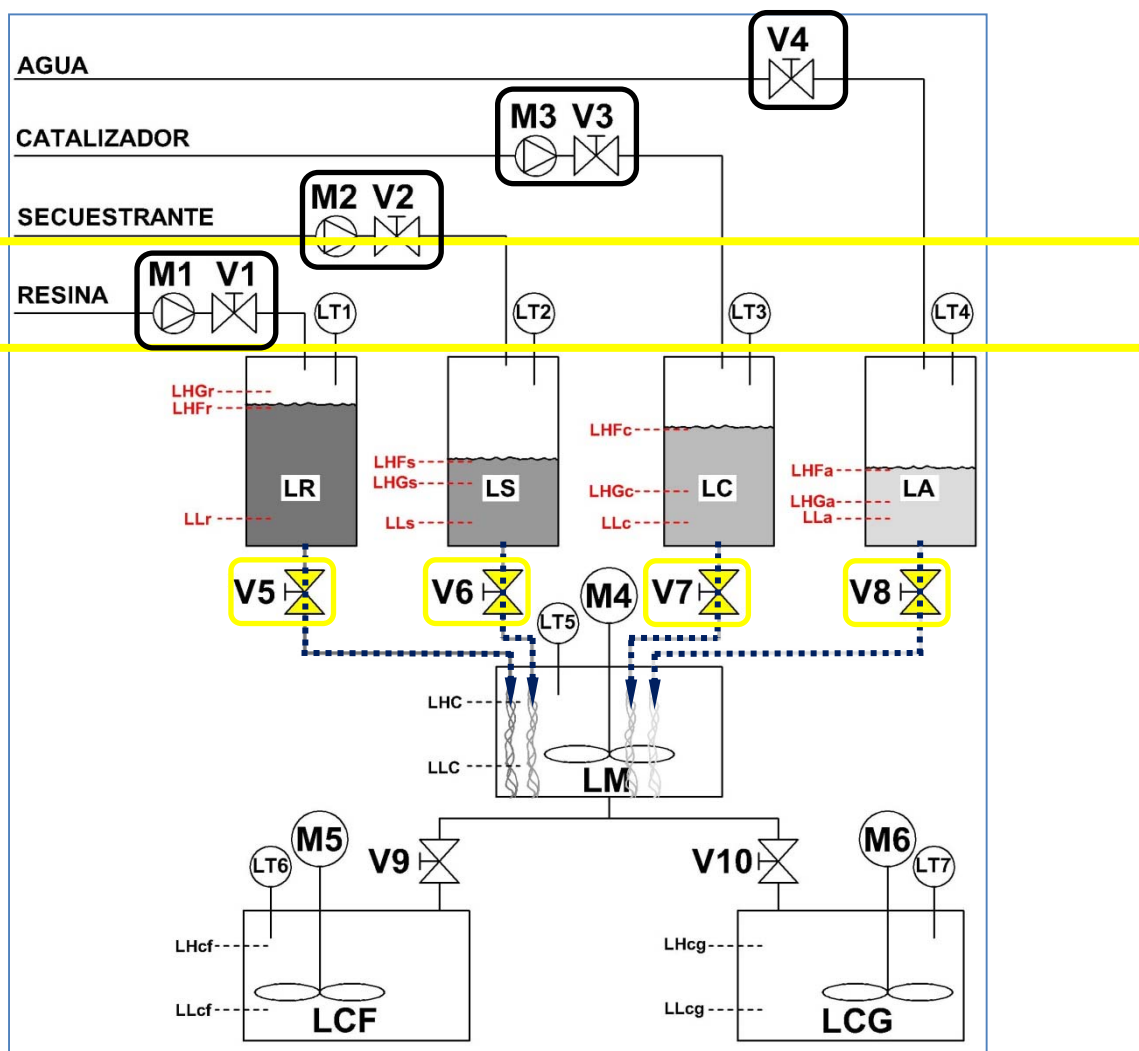


Figura 13. Diagrama proceso representa descarga de sustancias para preparación fina

6.- Mezcla de sustancias en procesos de descarga

Cuando las sustancias comienzan a ingresar al estanque 5 de mezcla, y el nivel LM supera la referencia LLC (nivel bajo cola), referencia que está cercana a las aspas del agitador, comienza a funcionar el motor agitador mezclando homogéneamente todas las sustancias.

Lógica:

-M4 funciona cuando $LM > LLC$

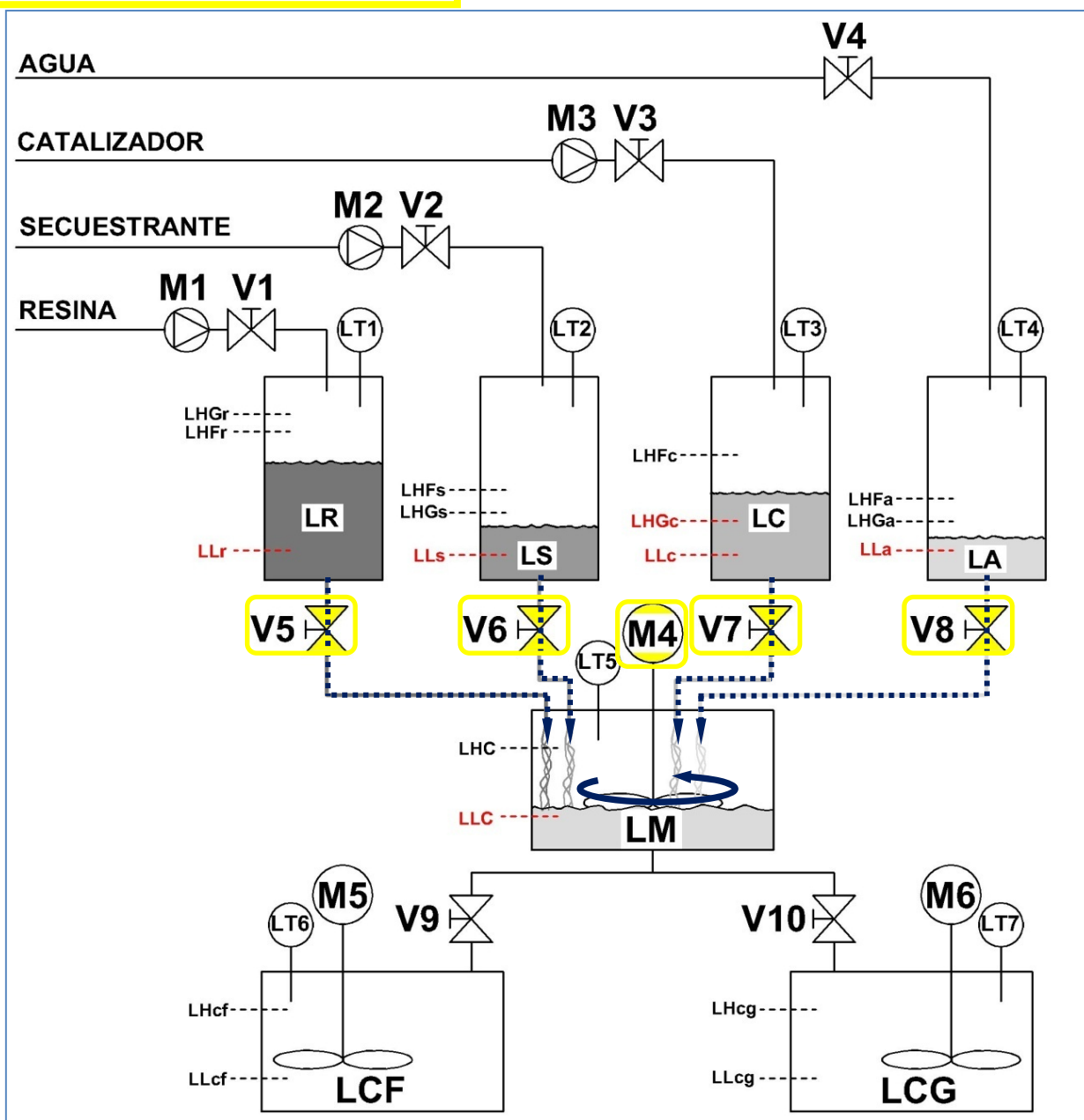


Figura 14. Diagrama proceso representa descarga de sustancias y mezcla para preparación fina

7.- Detención de descarga de sustancias

Todos los vasos tienen una misma cota zero, desde donde comienza la graduación de la regla en terreno, y de donde se toma como referencia los litros en pantalla de proceso. Cuando comienza la descarga, el nivel de la sustancia comienza a disminuir y cuando es menor a las referencias LL (nivel bajo), las válvulas se cierran.

Lógica:

| | |
|---|---|
| -V5 deja de funcionar cuando $LR < LLr$ | -V6 deja de funcionar cuando $LS < LLs$ |
| -V7 deja de funcionar cuando $LC < LLc$ | -V8 deja de funcionar cuando $LA < LLa$ |

La válvula V9 se acciona 30 sg después de que todos los niveles (LR, LS, LC y LA) están por debajo de las referencias mínimas o cota zero (LLr, LLs, LLc y LLa).

-M4 sigue funcionando y mezclando las sustancias.

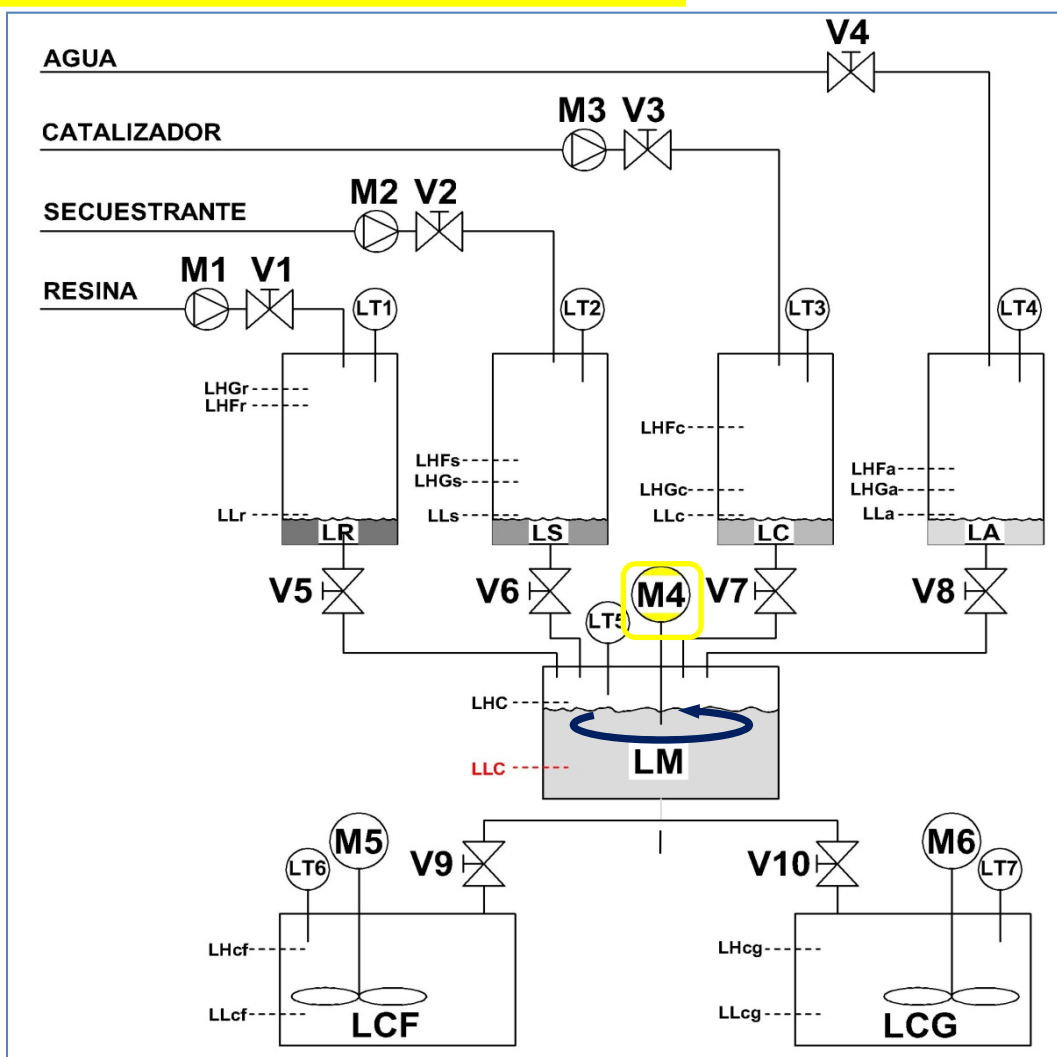


Figura 15. Diagrama proceso representa descarga mezcla sustancias para preparación fina

8.- Descarga de producto cola fina a estanque reserva

Pasado los 30sg como se indicó en el inciso anterior, la válvula V9 se abre descargando producto terminado cola fina a estanque de reserva.

Lógica:

La válvula V9 se abre 30 sg después de que todos los niveles (LR, LS, LC y LA) están por debajo de las referencias mínimas o cota zero (LLr, LLs, LLc y LLa).

La válvula V9 se cierra 40 sg después de haber abierto, cubriendo el tiempo que tarda la descarga completa del producto cola fina desde el estanque mezcla (5) al estanque de reserva (6).

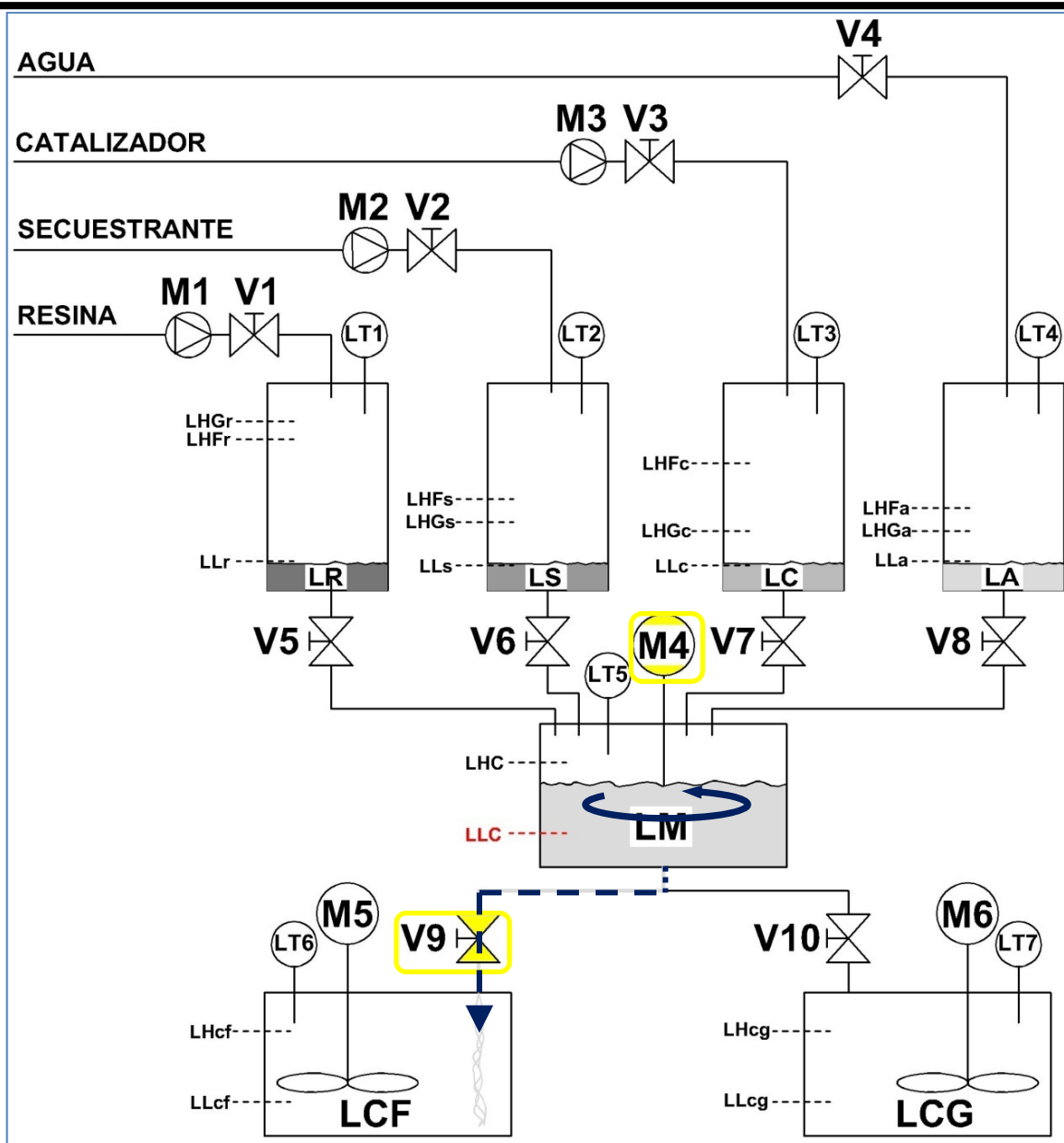


Figura 16. Diagrama proceso representa descarga cola fina a estanque reserva

9.- Inicio secuencia de preparación cola gruesa

Una vez que el nivel LCF (Nivel cola fina) sea mayor a la referencia LLcf (nivel bajo cola fina), ocurren dos cosas, se deja de prepara cola fina y se comienza de inmediato con la preparación de cola gruesa **partiendo con la carga de los vasos con sus respectivas sustancias** y también entra en funcionamiento el motor agitador M5, el cual funcionara mientras el nivel LCF sea mayor a la referencia LLcf. Cabe destacar que para que el nivel LCF sea superior a la referencia LHcf, es necesario repetir la secuencia de preparación del producto a lo menos 4 veces, ya que los estanque de reserva (6) y (7) son grandes.

La secuencia de preparación de cola gruesa es exactamente lo mismo que la fina con la única diferencia que los vasos de las sustancias se cargan hasta las referencias gruesa (LHGr, LHGs, LHGc y LHGa), en vez de (LGFr, LHFf, LHF y LHFa).

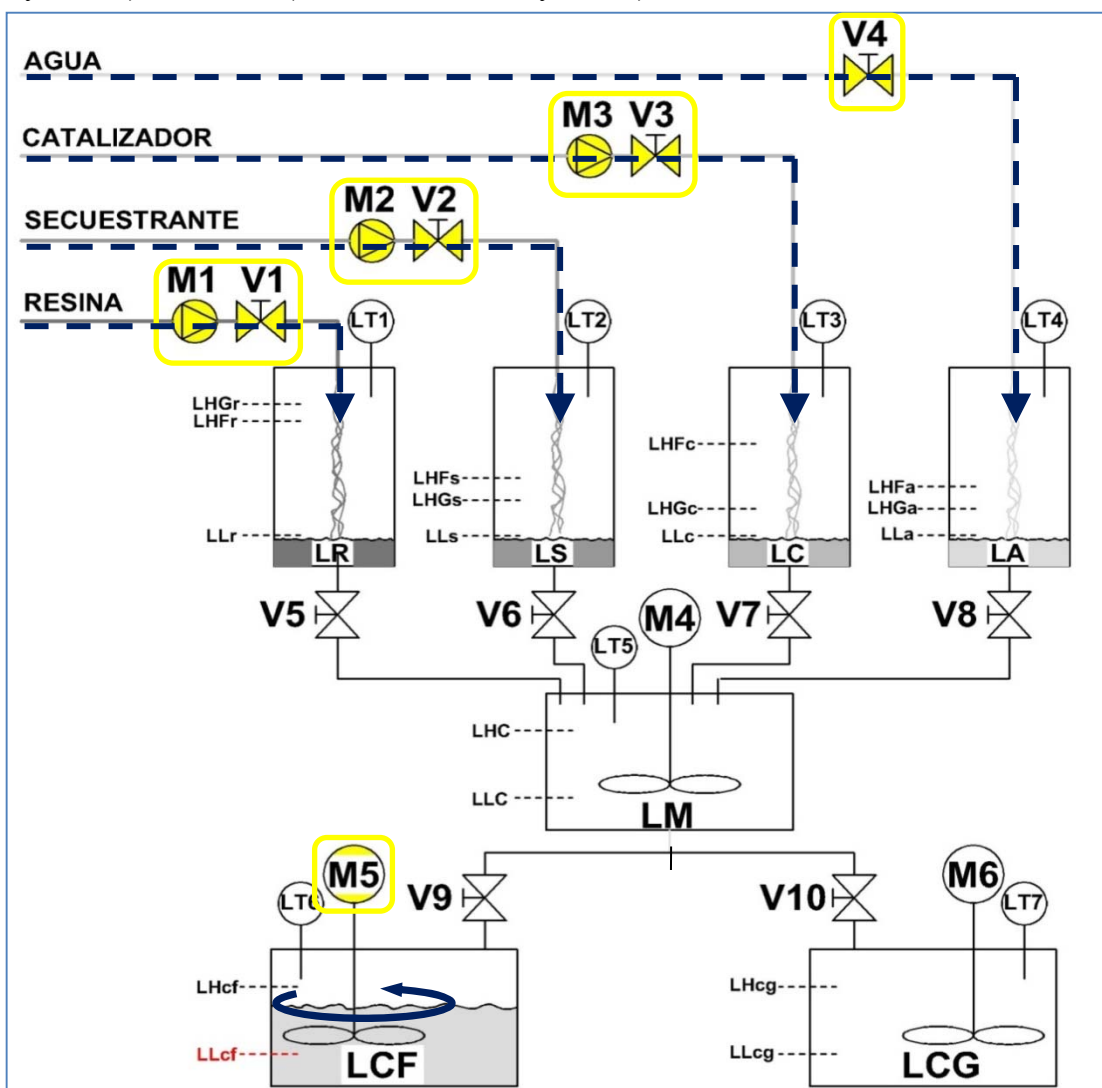


Figura 17. Diagrama proceso representa descarga cola fina a estanque reserva

10.- Detención de carga de sustancias en vasos y inicio descarga

Ahora cuando el nivel de sustancia es igual o mayor a las referencias LHG (nivel alto grueso), detiene de inmediato a la bomba y válvula de carga. Ahora bien una vez que todos los niveles de sustancias alcanzaron su la referencia LHG (nivel alto grueso), de inmediato comienza la descarga de las sustancias al estanque de mezcla 5. **De ahí en adelante se repiten los pasos 6, 7 y 8, para este ultimo (8) la diferencia es que en vez de descargar al estanque 5 con válvula V9, descarga a estanque 6 con válvula V10.**

Lógica:

| | |
|---|---|
| -M1 y V1 <u>dejan de funcionar</u> si $LR > LHGr$ | -M2 y V2 <u>dejan de funcionar</u> si $LS > LHGs$ |
| -M3 y V3 <u>dejan de funcionar</u> si $LC > LHGc$ | -V4 <u>dejan de funcionar</u> si $LA > LHGa$ |
| -V5, V6, V7 y V8 <u>solo funcionan</u> si se dan todas las condiciones siguientes $LR > LHGr, LS > LHGs, LC > LHGc$ y $LC > LHGa$. | |

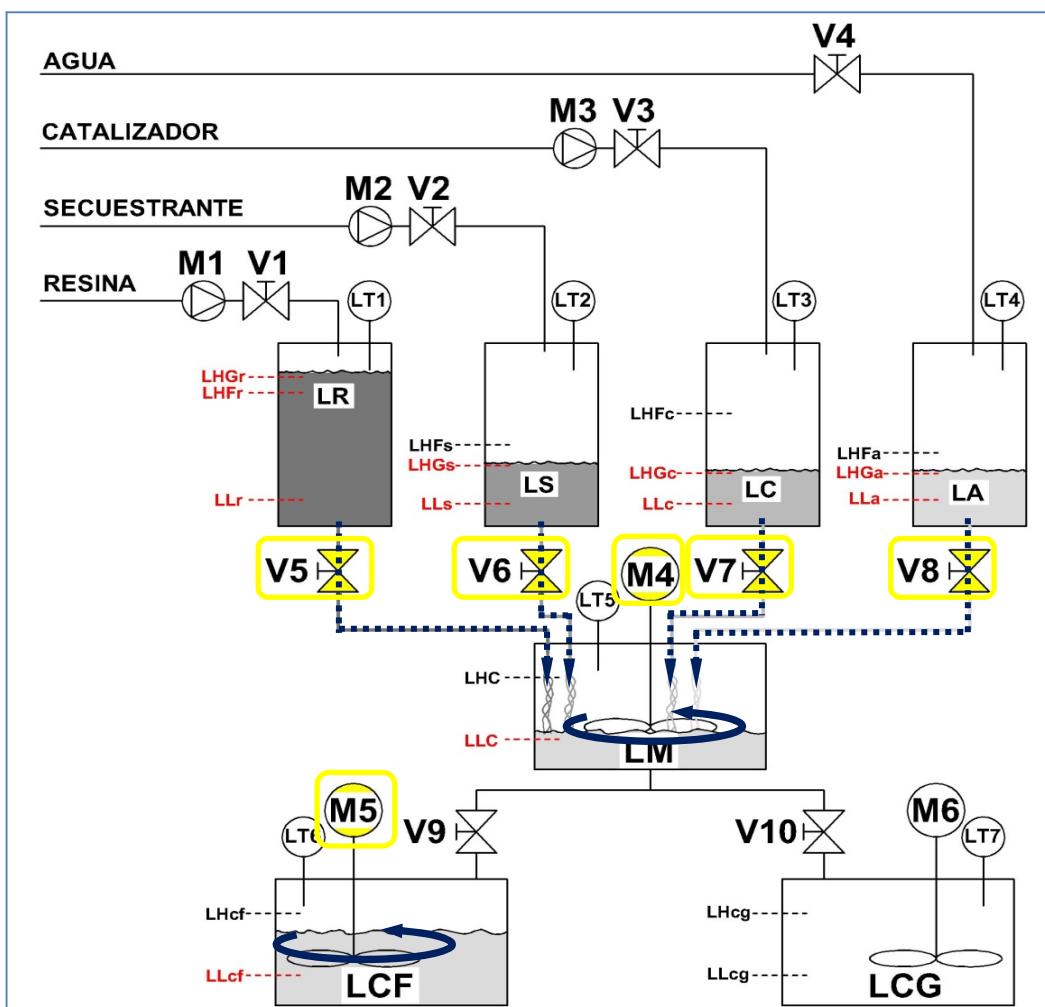


Figura 18. Diagrama proceso representa termino de preparación cola fina y inicio preparación cola gruesa

4. SELECCIÓN DE EQUIPOS DE INSTRUMENTACION, CONTROL Y FUERZA

En el presente inciso se fundamentaran la selección de todos los equipos e insumos que incorporara el nuevo proyecto.

4.1 Selección de equipos de instrumentación y control en nuevo proyecto

Con respecto a las modificaciones en aspectos de control, abarcaran desde la incorporación de un PLC, hasta el cambio de los instrumentos de medición de nivel. Se darán a conocer la fundamentación del cambio y la selectividad del equipo.

A continuación de describirán los cambios que se quieren implementar:

- Selección del controlador (PLC)
- Selección nuevo instrumento de nivel
- Selección del nuevo instrumento de nivel
- Incorporación de relés de interfaz de 24 VDC

4.1.1 Selección del Controlador Lógico Programable (PLC)

Para la selección del controlador es necesario tener información sobre el tipo de control que se debe realizar, a esto me refiero si el control será secuencial, de proceso, o de movimiento. También otra información relevante es la cantidad de variables de entrada que debe registrar y utilizar y la cantidad de salidas de debe control, y cuantas serán variables analógica y digitales. En función de esta información se generara la selección del modelo de PLC adecuado, dentro de la marca Mitsubishi. A continuación la información pertinente para la selectividad del modelo de PLC.

Información a considerar para la selectividad

1. Necesitamos una CPU de PLC, la cual pueda ejecutar instrucciones de secuencia y no necesariamente de proceso, ya que no habrán lazos realimentados, no se justifica para el caso de este proceso, y además sería bastante más costoso. Se utilizaran instrucciones de contactos, memorias y salidas físicas por activación por flanco, set, reset, y estado conector, temporizadores, contadores y comparadores analógicos.
2. La cantidad de variables de entrada y salida analógicas o digitales, es una de las informaciones más relevante, ya que esta nos definiría el tipo de rack (magnitud o slot disponibles) y módulos que necesitamos, cuantos módulos digitales y cuantos analógicos y de salida o entradas.
3. Protocolo de comunicación que se utiliza en la industria, para la compra o no de módulos especiales de comunicación como Profibus, Fibra óptica, etc.

La cantidad de variables de entradas y salidas físicas se especifican a continuación:

Entradas digitales

Todas las entradas pertenecen a las de los selectores de comando de control, los que no se cambiarán por una pantalla HMI por ahora. Por lo tanto cada uno de los selectores corresponderá a una entrada física digital en el PLC.

Cuadro 2. Descripción y cantidad de entradas digitales necesarias para el control

| DISPOSITIVO DE ENTRADA | POS. SELECTOR | FUNCIONALIDAD | ENTRADAS DIGITALES |
|---|---------------|----------------------------------|--------------------|
| SELECTOR PRINCIPAL | 1 | MODO AUTOMATICO | 1 |
| | 0 | AUTOMATICO PARCIAL | |
| | 2 | MODO MANUAL | |
| SELECTOR FORMULA 1 Permite preparar cola fina en modo aut. | 0 | NO PREPARACION FINO | |
| | 1 | PREPARACION FINO | 1 |
| | START | PREPARACION FINO | 1 |
| SELECTOR FORMULA 2 Permite preparar cola gruesa en modo aut. | 0 | NO PREPARACION GRUESO | |
| | 1 | PREPARACION GRUESO | 1 |
| | START | PREPARACION GRUESO | 1 |
| SELECTOR RESINA EN PREP. FINO | 0 | SIN RESINA EN PREP. FINO | |
| | 1 | CON RESINA EN PREP. FINO | 1 |
| SELECTOR SECUESTRANTE EN PREP. FINO | 0 | SIN SECUESTRANTE EN PREP. FINO | |
| | 1 | CON SECUESTRANTE EN PREP. FINO | 1 |
| SELECTOR CATALIZADOR EN PREP. FINO | 0 | SIN CATALIZADOR EN PREP. FINO | |
| | 1 | CON CATALIZADOR EN PREP. FINO | 1 |
| SELECTOR AGUA EN PREP. FINO | 0 | SIN AGUA EN PREP. FINO | |
| | 1 | CON AGUA EN PREP. FINO | 1 |
| SELECTOR RESINA EN PREP. GRUESO | 0 | SIN RESINA EN PREP. GRUESO | |
| | 1 | CON RESINA EN PREP. GRUESO | 1 |
| SELECTOR SECUESTRANTE EN PREP. GRUESO | 0 | SIN SECUESTRANTE EN PREP. GRUESO | |
| | 1 | CON SECUESTRANTE EN PREP. GRUESO | 1 |
| SELECTOR CATALIZADOR EN PREP. GRUESO | 0 | SIN CATALIZADOR EN PREP. GRUESO | |
| | 1 | CON CATALIZADOR EN PREP. GRUESO | 1 |
| SELECTOR AGUA EN PREP. GRUESO | 0 | SIN AGUA EN PREP. GRUESO | |
| | 1 | CON AGUA EN PREP. GRUESO | 1 |
| TOTAL ENTRADAS DIGITALES | | | 13 |

Entradas analógicas

Estas entradas analógicas pertenecen a los sensores ultrasónicos (selección descrita en el punto 5.1.3) los cuales remplazarán a los relés de nivel conformados con detectores tipo varillas. Si hubiésemos mantenido los relés de nivel, nos hubiese significado requerir de alrededor de 18 entradas digitales, lo generaría más gastos, mayor conexionado, mayor requerimiento de espacio en tablero, etc. Y sin lugar a duda este cambio nos permitirá poder variar las referencias de carga de las sustancias (para preparación fina y gruesa) desde un computador sin la necesidad de tener que ir a terreno.

Cuadro 3. Descripción y cantidad de entradas análogas necesarias para el control

| DISPOSITIVO DE ENTRADA | FUNCIONALIDAD | ENTRADAS ANALOGAS |
|--------------------------------|--|--------------------------|
| SENSOR DE NIVEL SECUESTRANTE | Medir el nivel del vaso en el cual se introduce la dosis del producto secuestrante de la cola fina o gruesa. | 1 |
| SENSOR DE NIVEL CATALIZADOR | Medir el nivel del vaso en el cual se introduce la dosis del producto catalizador de la cola fina o gruesa. | 1 |
| SENSOR DE NIVEL AGUA | Medir el nivel del vaso en el cual se introduce la dosis del producto agua de la cola fina o gruesa. | 1 |
| SENSOR DE NIVEL RESINA | Medir el nivel del vaso en el cual se introduce la dosis del producto resina de la cola fina o gruesa. | 1 |
| SENSOR DE NIVEL MEZCLADOR | Medir el nivel del estanque en el cual se descargan todas las dosis mezclándose homogéneamente | 1 |
| SENSOR DE NIVEL COLA FINA | Medir el nivel del estanque de almacenamiento para proceso de cola fina | 1 |
| SENSOR DE NIVEL COLA GRUESA | Medir el nivel del estanque de almacenamiento para proceso de cola gruesa | 1 |
| TOTAL ENTRADAS ANALOGAS | | 7 |

Salidas digitales

Los actuadores serán controlados de manera discreta y no analógica, ya que no hay lazos de control realimentados, solo lazos de control abiertos, en función de un programa secuencial.

Cuadro 4. Descripción y cantidad de salidas digitales necesarias para el control

| DISPOSITIVO DE SALIDA | FUNCIONALIDAD | SALIDAS DIGITALES |
|---|---|-------------------|
| VALVULA Y BOMBA CARGA VASO SECUESTRANTE | Controlar la carga de secuestrante, hasta los límites definidos para proceso de cola fina o gruesa | 1 |
| VALVULA Y BOMBA CARGA VASO CATALIZADOR | Controlar la carga de catalizador, hasta los límites definidos para proceso de cola fina o gruesa | 1 |
| VALVULA Y BOMBA CARGA VASO RESINA | Controlar la carga de resina, hasta los límites definidos para proceso de cola fina o gruesa | 1 |
| VALVULA DE CARGA VASO AGUA | Controlar la carga de agua, hasta los límites definidos para proceso de cola fina o gruesa | 1 |
| VALVULA DE DESCARGA SECUESTRANTE | Controlar la descarga de agua, hasta el límite inferior mínimo (siempre mantiene cota zero) a estanque mezclador | 1 |
| VALVULA DE DESCARGA CATALIZADOR | Controlar la descarga de catalizador, hasta el límite inferior mínimo (siempre mantiene cota zero) a estanque mezclador | 1 |
| VALVULA DE DESCARGA RESINA | Controlar la descarga de resina, hasta el límite inferior mínimo (siempre mantiene cota zero) a estanque mezclador | 1 |
| VALVULA DE DESCARGA AGUA | Controlar la descarga de agua, hasta el límite inferior mínimo (siempre mantiene cota zero) a estanque mezclador | 1 |
| MOTOR AGITADOS ESTANQUE MEZCLA | Agitar y mezclar homogéneamente los productos descargados en el estanque mezclador durante un lapso de tiempo | 1 |
| VALVULA DESCARGA ESTANQUE COLA FINA | Descargar la mezcla de cola fina a estanque de reserva cola fina | 1 |
| VALVULA DESCARGA ESTANQUE COLA GRUESA | Descargar la mezcla de cola gruesa a estanque de reserva cola gruesa | 1 |
| MOTOR AGITADOR ESTANQUE RESERVA COLA FINA | Agitar contantemente mientras contenga producto de cola fina | 1 |
| MOTOR AGITADOR ESTANQUE RESERVA COLA GRUESA | Agitar contantemente mientras contenga producto de cola gruesa | 1 |
| MOTORES AGITADORES: EMULSION, TINTA Y CATALIZADOR | Agitar contantemente desde que se inicia la secuencia automática del proceso | 1 |
| TOTAL SALIDAS DIGITALES | | 14 |

4.1.1.1 Selección de la base (Rack)







Para la selección del rack, fue necesario saber cuántas entradas y salidas digitales y análogas necesito, y las cantidades disponibles de puntos I/O de los módulos. En resumen se necesitan 13 entradas digitales, 14 salidas digitales y 7 entradas análogas. Los módulos disponibles van desde 8, 16, 32 y 64 puntos de I/O cada uno, para lo cual según lo requerido bastara utilizar 2 módulos de 16 puntos VDC donde uno será de entrada y el otro salida, y 1 modulo de entrada analógico de 8 entradas. Esto resume un rack de de una capacidad mínima de 3 Slot, característica encontrada en información técnica.

MELSEC Q series Model Selection System - Google Chrome

https://es3a.mitsubishielectric.com/fa/xxx_xxx/tools/qselection/en/qselssystem.html

Select a main base unit.

Only selectable models are displayed. [Back to main page](#) [Clear & back to main page](#)

| Model | External feature | Base type | No. of mountable I/O modules |
|-------------|---|---|------------------------------|
| Q00UJCPU |  | CPU, power supply, and base integrated type (input power: 100 to 240V AC) | 5 |
| Q00UJCPU-S8 |  | CPU, power supply, and base integrated type (input power: 100 to 240V AC) | 8 |
| Q00JCPU |  | CPU, power supply, and base integrated type (input power: 100 to 240V AC) | 5 |
| Q00JCPU-S8 |  | CPU, power supply, and base integrated type (input power: 100 to 240V AC) | 8 |
| Q33B |  | Standard type | 3 |
| Q35B |  | Standard type | 5 |

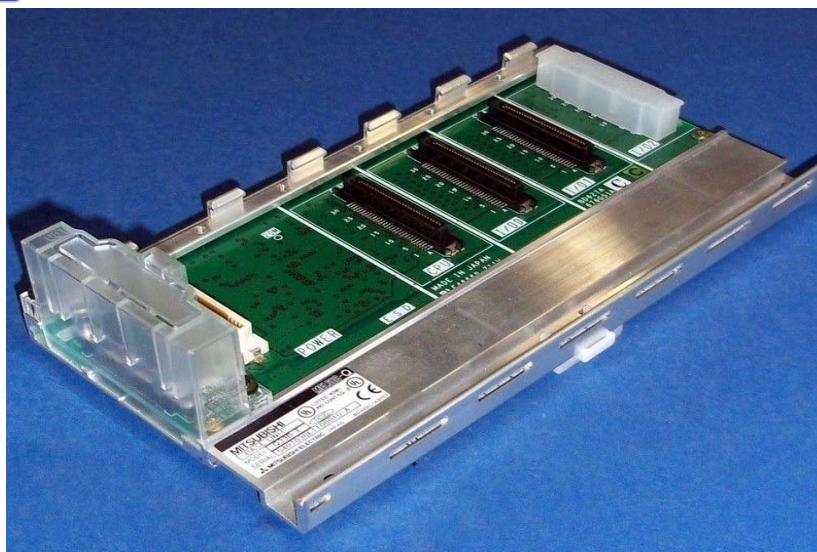


Figura 19. Fotografía Base Rack del PLC Mitsubishi

4.1.1.2 Selectividad de la CPU

Debido a que no será un programa excesivamente grande y que las cantidades de I/O (entradas y salidas) ya están definidas y no superan las 35, se eligió la CPU con menos capacidad de I/O (1024 I/O), y con menos memoria (8K). Como también no habrá lazos realimentados, robot, posicionamiento y velocidad, sino más bien se controlara una secuencia, suficiente con una CPU básica, la cual incorpora ejecución de instrucciones de secuencia suficientes para el requerimiento del proceso. Este corresponde al modelo Q00CPU.

| Model | External | CPU type | Specifications | No. of I/O points |
|-------------|----------|------------------------------------|---|-------------------|
| Q50UDEHCPU | | Universal model QCPU (iQ Platform) | Program capacity: 500K steps; multiple CPU high speed transmission; peripheral connection ports: USB, Ethernet | 4096 |
| Q100UDEHCPU | | Universal model QCPU (iQ Platform) | Program capacity: 1000K steps; multiple CPU high speed transmission; peripheral connection ports: USB, Ethernet | 4096 |
| Q00CPU | | Basic model QCPU | Program capacity: 8K steps; peripheral connection port: RS-232 | 1024 |
| Q01CPU | | Basic model QCPU | Program capacity: 14K steps; peripheral connection port: RS-232 | 1024 |
| Q02CPU | | High performance model QCPU | Program capacity: 28K steps; peripheral connection port: RS-232 | 4096 |
| Q02HCPU | | High performance model QCPU | Program capacity: 28K steps; | 4096 |



Hasta el momento tenemos la selectividad de la CPU, faltan la de los módulos de entrada y salida.

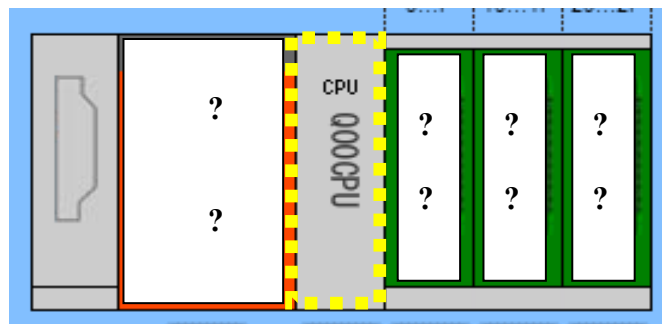
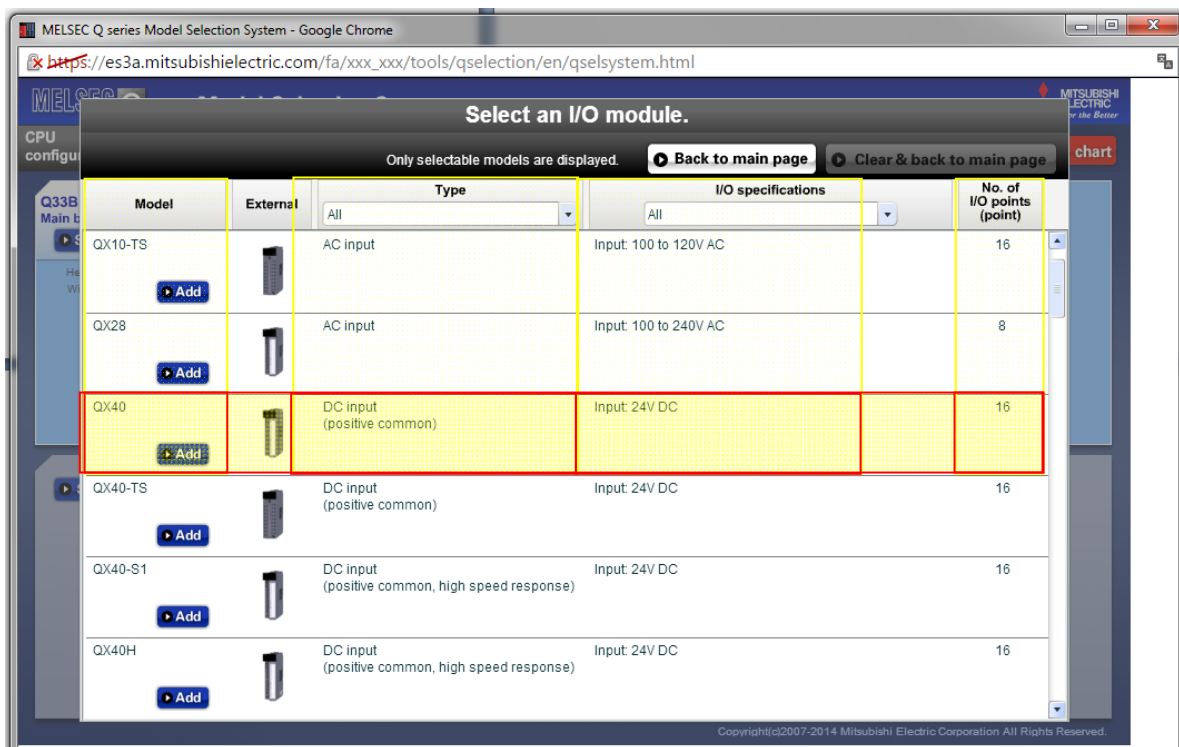


Figura 19. Fotografía modulo CPU del PLC Mitsubishi serie IQ

4.1.1.3 Selección módulo de entrada digital

Con un módulo de input 24 Vdc de 16 entradas basta para cubrir las 14 entradas digitales requeridas. El modulo elegido es el QX40.



Hasta el momento tenemos la selección de la CPU, modulo de entrada analógico, faltan la de los módulos restantes

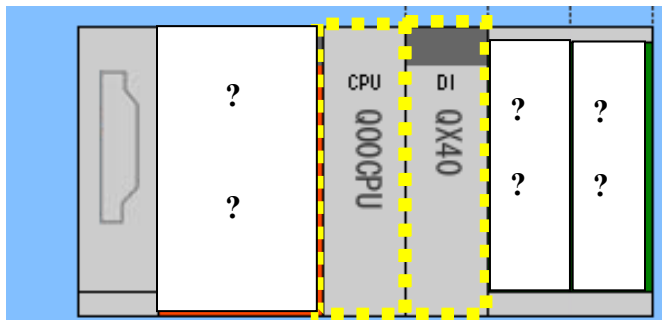


Figura 20. Fotografía modulo entradas digitales del PLC Mitsubishi serie IQ

4.1.1.4 Selección módulo de salida digital

Con un módulo de output 24 Vdc de 16 salidas es suficiente para cubrir las 14 salidas digitales requeridas. El modelo elegido es QY80.

The screenshot shows the 'Select an I/O module.' interface. The 'Type' is set to 'Transistor output (source)' and 'I/O specifications' is set to 'All'. The QY80 module is highlighted in red, indicating it is the selected option.

| Model | External | Type | I/O specifications | No. of I/O points (point) |
|---------|----------|---|---|---------------------------|
| QY68A | | Transistor output (all points independent, sink/source) | Output: 5 to 24V DC, 2A/point, 8A/module | 8 |
| QY80 | | Transistor output (source) | Output: 12 to 24V DC, 0.5A/point, 4A/common | 16 |
| QY80-TS | | Transistor output (source) | Output: 12 to 24V DC, 0.5A/point, 4A/common | 16 |
| QY81P | | Transistor output (source) | Output: 12 to 24V DC, 0.1A/point, 2A/common | 32 |
| QY82P | | Transistor output (source) | Output: 12 to 24V DC, 0.1A/point, 2A/common | 64 |

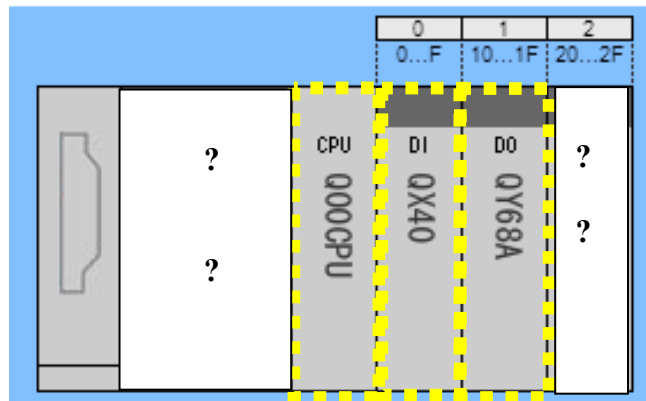
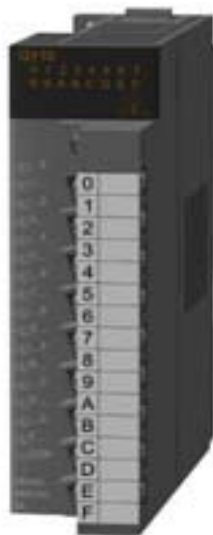


Figura 21. Fotografía modulo salidas digitales del PLC Mitsubishi serie IQ

4.1.1.5 Selección módulo entrada analógico






Considerando que son 7 sensores con salida en corriente (4 a 20 mA). Con un módulo de input analógicas 0-20mA de 8 entradas, es suficiente para las 7 entradas analógicas requeridas. El modelo elegido en función de lo descrito y planilla mostrada abajo es Q68ADI.

MELSEC Q series Model Selection System - Google Chrome

https://es3a.mitsubishielectric.com/fa/xxx_xxx/tools/qselection/en/qselssystem.html

Select an analog module.

Only selectable models are displayed. [Back to main page](#) [Clear & back to main page](#)

| Model | External | Type | I/O specifications | No. of channels (point) |
|----------|---|---|---|-------------------------|
| Q64ADH |  | High speed analog input (voltage/current) | Input: -10 to 10V DC (voltage)/0 to 20mA DC (current); conversion speed: 20µs/ch, 80µs/ch, 1ms/ch | 4 |
| Q64AD |  | Analog input (voltage/current) | Input: -10 to 10V DC (voltage)/0 to 20mA DC (current) | 4 |
| Q68ADI |  | Analog input (current) | Input: 0 to 20mA DC (current) | 8 |
| Q64AD-GH |  | Channel isolated high resolution analog input (voltage/current) | Input: -10 to 10V DC (voltage)/0 to 20mA DC (current) | 4 |
| Q68AD-G |  | Channel isolated analog input (voltage/current) | Input: -10 to 10V DC (voltage)/0 to 20mA DC (current) | 8 |

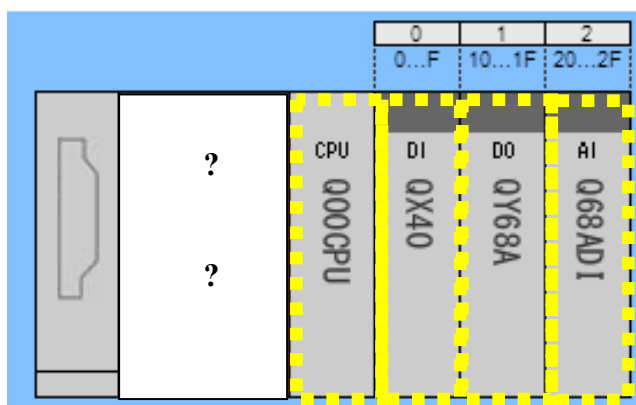


Figura 22. Fotografía módulo entradas análogas del PLC Mitsubishi serie IQ

4.1.1.6 Selección fuente de poder

Los consumos de los módulos según información técnica de la marca no superan los 1,16A, esta corriente es la sumatoria de los consumo de la base (Rack), CPU, DC input (módulo de entrada digitales), trans output (módulo de salidas digitales) y anlg. Input (módulo de entrada análogos). La de fuente de poder seleccionada es la Q62P la cual tiene un máximo de capacidad de corriente en sus salida de 3 A.

Información técnica en la cual se baso para la selectividad

| | | | | 0 | 1 | 2 | Total |
|--------------|-----------|--------------|---------|-----------|--------------|-------------|-----------|
| Product name | Main base | PS | PLC CPU | DC input | Trans output | Anlg input | - |
| Model | Q33B | Q61P | Q00CPU | QX40 | QY68A | Q68ADI | - |
| Type | 3 slots | Power supply | CPU | Input | Output | Intelligent | - |
| Points | | | | 16 points | 16 points | 16 points | 48 points |
| Start I/O | | | | 0000 | 0010 | 0020 | - |
| Current draw | 0.11 A | | 0.25 A | 0.05 A | 0.11 A | 0.64 A | 1.16 A |
| Option | | | | | | | |

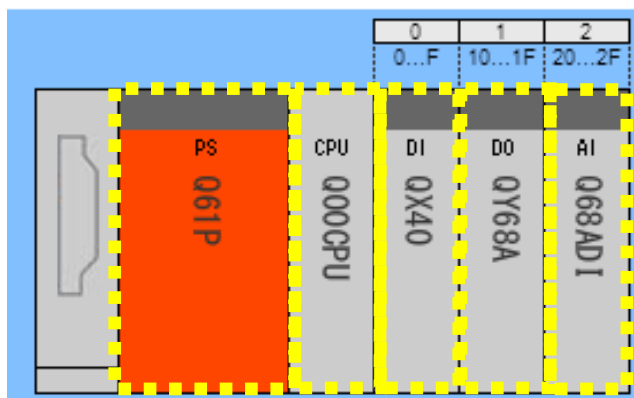
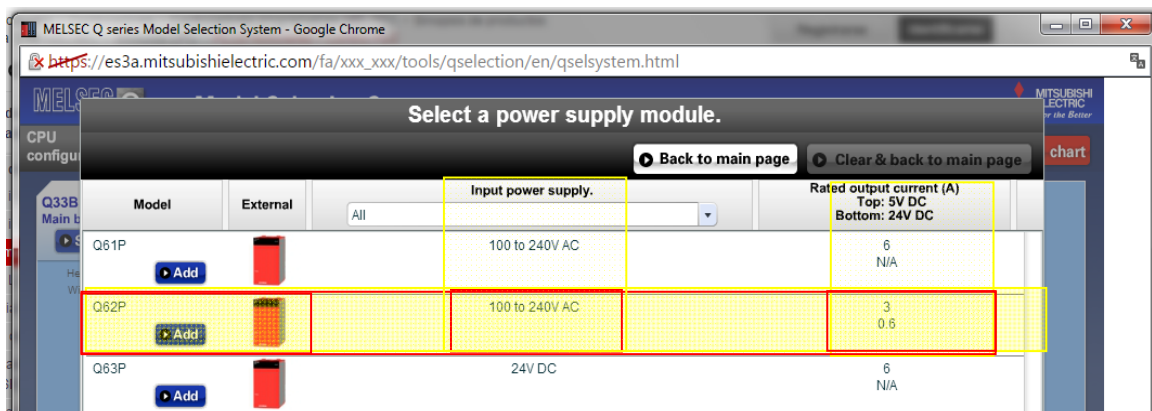


Figura 23. Fotografía fuente poder PLC Mitsubishi serie IQ

Selección PLC terminada

Finalmente el conjunto de dispositivos del PLC, corresponde al siguiente modelo hipotético con sus correspondientes características.

| No. | Product name | Model | Qty |
|-----|---------------------------------|--------|-----|
| 1 | Basic model QCPU | Q00CPU | 1 |
| 2 | Main base unit | Q33B | 1 |
| 3 | Power supply module | Q61P | 1 |
| 4 | DC input module | QX40 | 1 |
| 5 | Transistor output module | QY68A | 1 |
| 6 | Analog-digital converter module | Q68ADI | 1 |

0 1 2
0...F 10...1F 20...2F

PS
Q61P

CPU
Q000CPU

DI
QX40

DO
QY68A

AI
Q68ADI

Sería algo parecido a este pack de PLC Mitsubishi

Figura 24. Esquema y Fotografía PLC Mitsubishi serie IQ que se requiere para el proyecto

4.1.2 Reemplazo de instrumentos de nivel

También se reemplazaran relés de nivel y electrodos, por sensores de nivel ultrasónicos los cuales funcionan con la emisión y reflexión de ondas ultrasónicas y de tipo de medición analógica. Esto se realiza debido a que cada vez que el operador debe cambiar los niveles de dosis de la receta de cola fina o gruesa, las cuales incorporan dosis de agua, resina, secuestrante y catalizador, debe dirigirse al vaso del producto, para luego subir o bajar la varilla de nivel alto de cola fina o gruesa si necesita aumentar o reducir la cantidad de sustancia en la preparación. En cambio ahora solo lo tendrá que hacerlo por software, cambiando un valor de referencia, el cual se compara con el valor medido por el sensor.

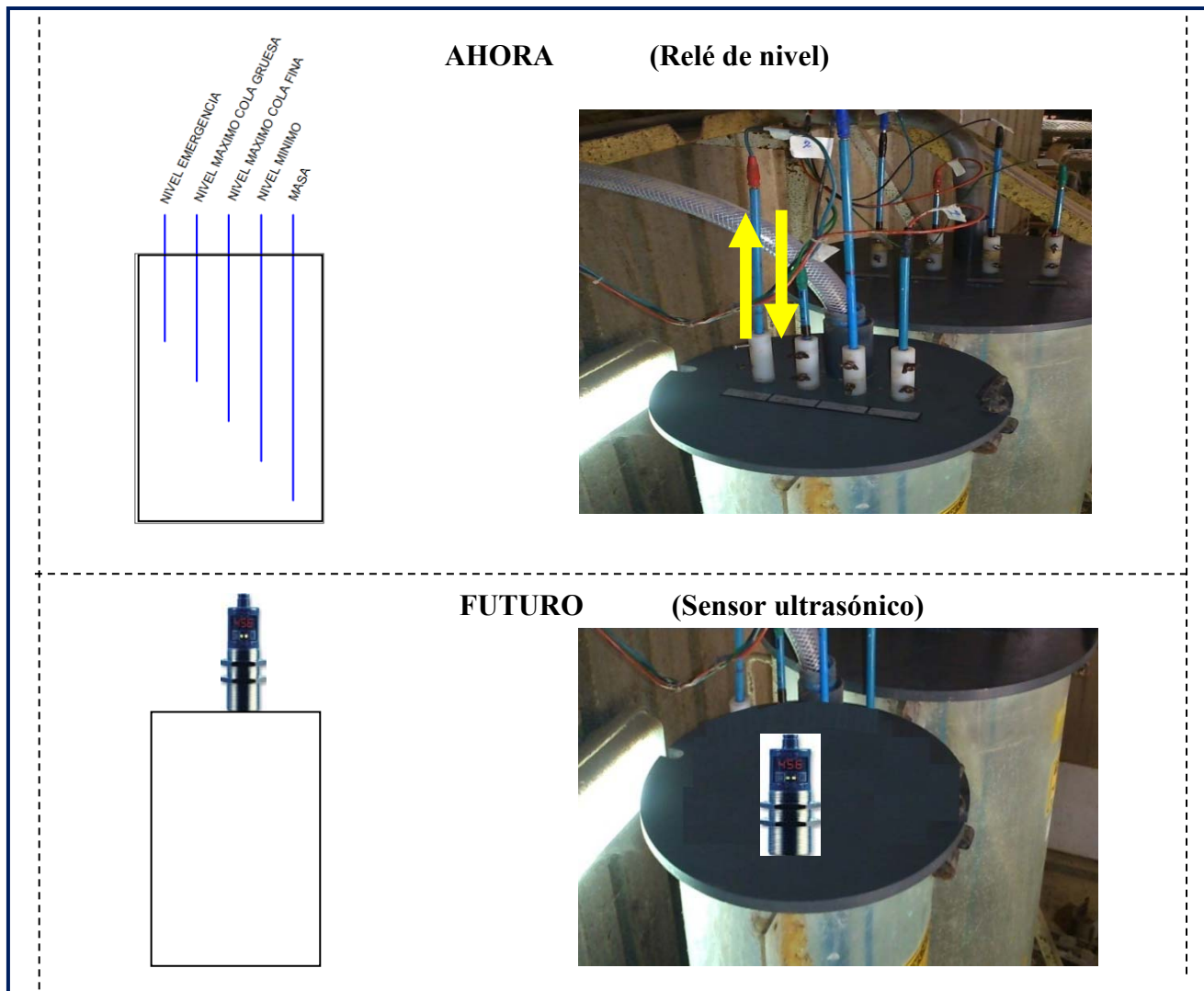
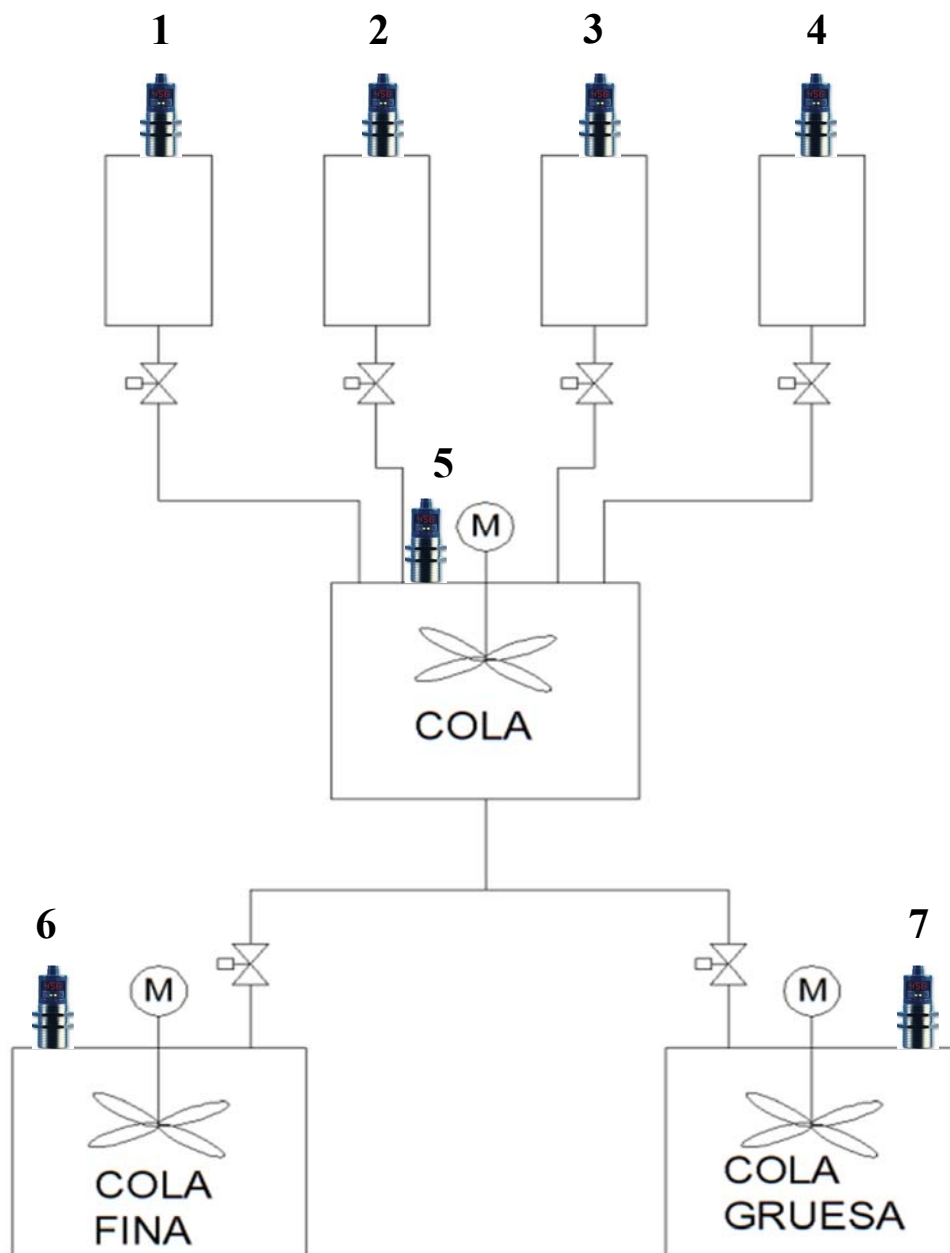


Figura 25. Esquema representativo migración de medición de nivel actual

Se necesitarán 7 sensores, para los 4 vasos de los productos secuestrante, catalizador, resina y agua, 1 para el estanque de mezcla, y 2 para los estanques de reserva de cola fina y cola gruesa.

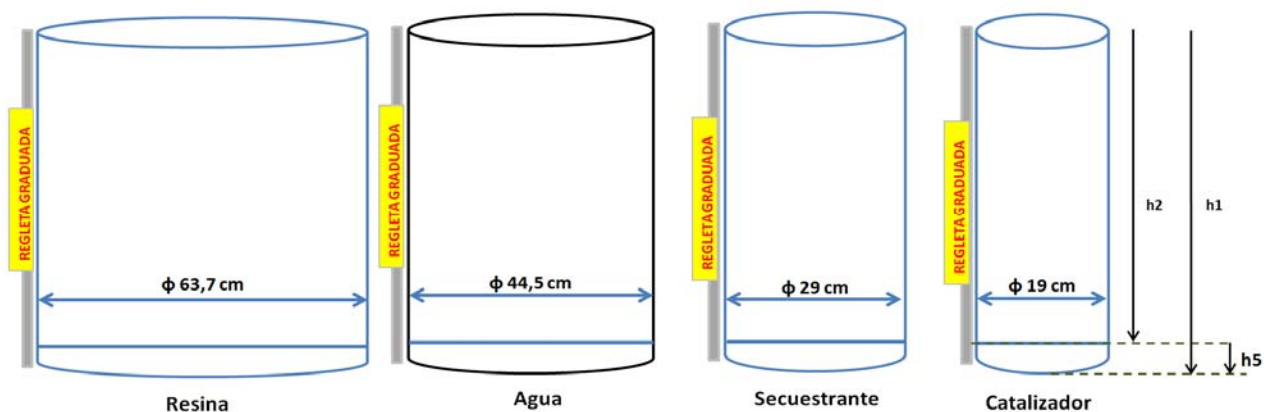


4.1.2.1 Selección nuevo instrumento industrial

Para poder realizar una correcta selección de un sensor ultrasónico, es necesario tener conocimiento de las dimensiones del estanque o vaso, y del producto que habrá en su interior.

Dimensiones de los vasos

| Vaso | h1 Altura total vaso cm | h2 Altura máxima vaso en proceso cm | h5 Cota Zero cm | ϕ Diametro interior cm |
|--------------|----------------------------------|--|-----------------------|--------------------------------------|
| Secuestrante | 103 | 97 | 6 | 29 |
| Resina | 105 | 97,6 | 7,4 | 63,7 |
| Catalizador | 94 | 84 | 10 | 19 |
| Agua | 103 | 98,9 | 4,1 | 44,5 |



Selección sensor industria Microsonic

En función de las dimensiones de los vasos, de los productos que varían en su densidad desde agua hasta resina, considerando información técnica según fabricante, que generaran las reflexiones suficientes para una buena medición del sensor, las características técnicas del sensor son.

Características Técnicas sensor ultrasónico Microsonic:

Marca: Microsonic modelo MIC+340/IU/TC

Rango de trabajo: 200 mm a 2000 mm

Diseño: cilíndrico M30

Modo de operación: Medición análoga de distancia

Procedimiento de medida: Tiempo de recorrido del eco

Frecuencia ultrasónica: 200 KHz

Zona ciega: 200mm

Limite de exploración 2000mm

Resolución/frecuencia de exploración: 0,18 mm to 1,5 mm

Reproductibilidad: +/-15%

Precisión: 1%

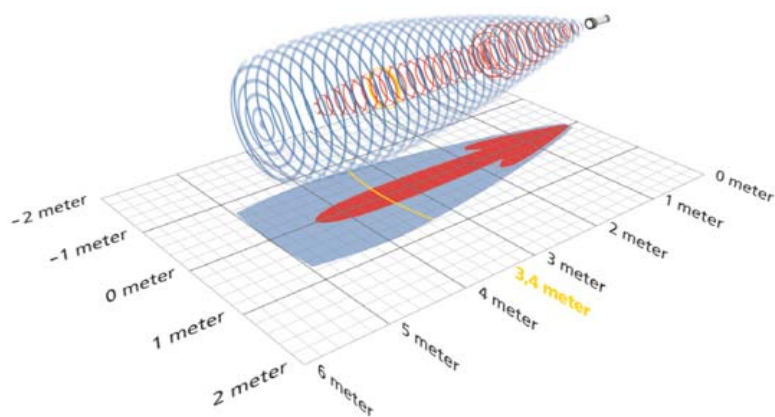
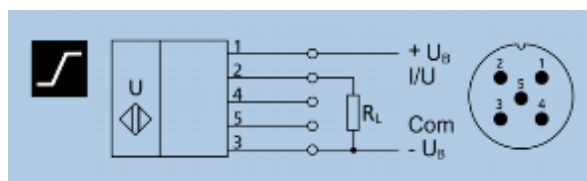
Tensión de trabajo: 9 V hasta 30 VCC, a prueba de polarización inversa

Ondulación residual: $\pm 10 \%$

Consumo propio: $\leq 80 \text{ mA}$

Modo de conexión: Enchufe M12 de 5 clavijas

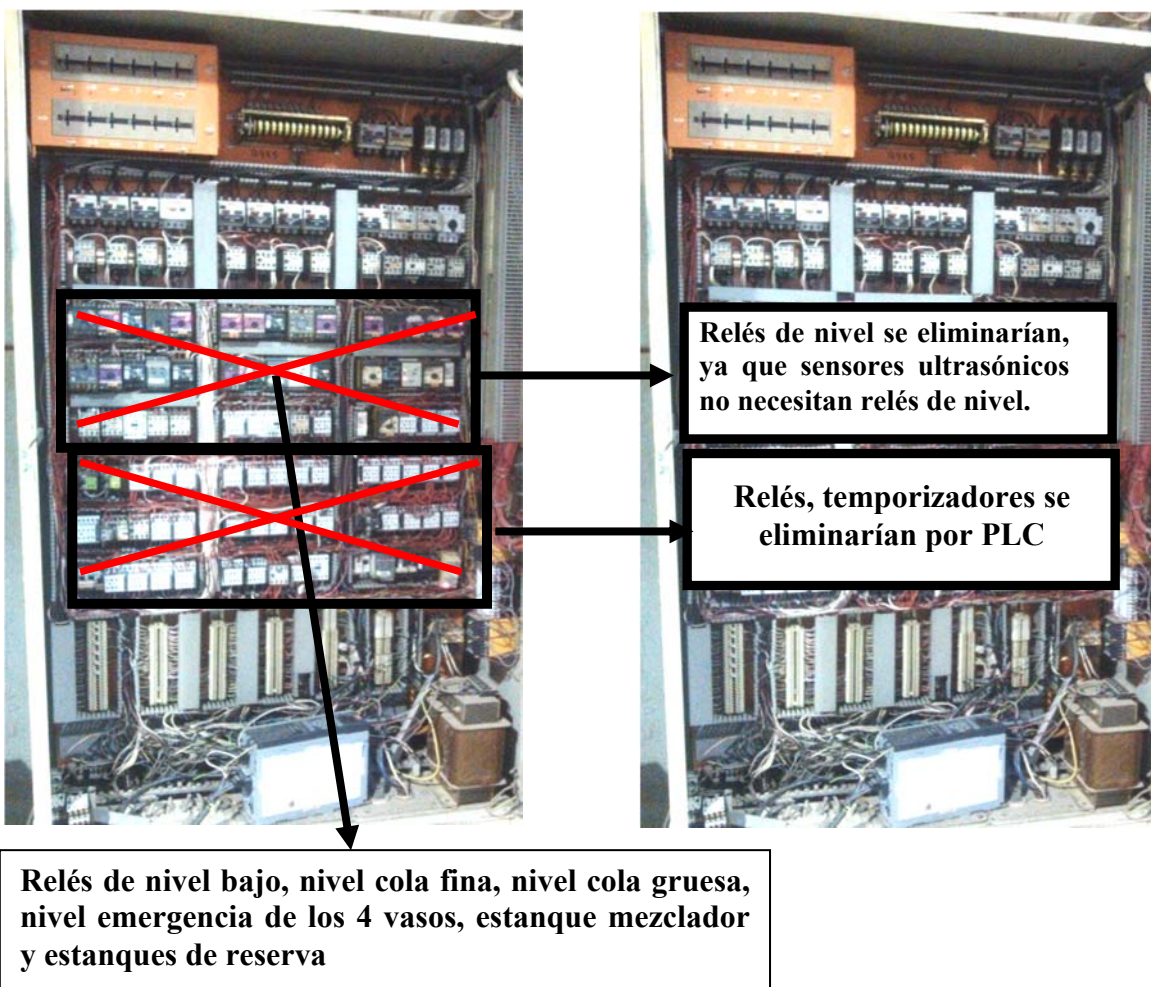
Salida 1: Analógica de corriente: 4-20 mA / tensión: 0-10 V (con $U_B \geq 15 \text{ V}$), cortocircuitable ascendente/descendente ajustable



Con el remplazo de los sensores de nivel por conductividad tipo varillas, por sensores ultrasónicos nos permite disminuir espacio necesario en el nuevo tablero, ya que estos no necesitan de un transductor ya que el sensor es elemento sensor y transductor en el mismo cuerpo.

AHORA

FUTURO PROYECTO



4.1.3 Incorporación de relés de interfaz 24 VDC

Como ahora utilizaremos un PLC, el cual controlara el funcionamiento de los actuados que se encuentran en el proceso, y además el módulo de salida es de 24 VDC, y los equipos que se controlaran poseen una alimentación monofásica y trifásica de 220 V y de 380 V, circuitos de alimentación que serán controlados por un contactor con bobina de 220 V, evidentemente se necesitara in dispositivo de interfaz entre el módulo de salida del PLC y los contactores. Este dispositivo será un relé de interfaz con bobina de 24 VDC, con un contacto NA y uno NC. La marca de estos relés serán Phoenix Contact y son de reducido tamaño.

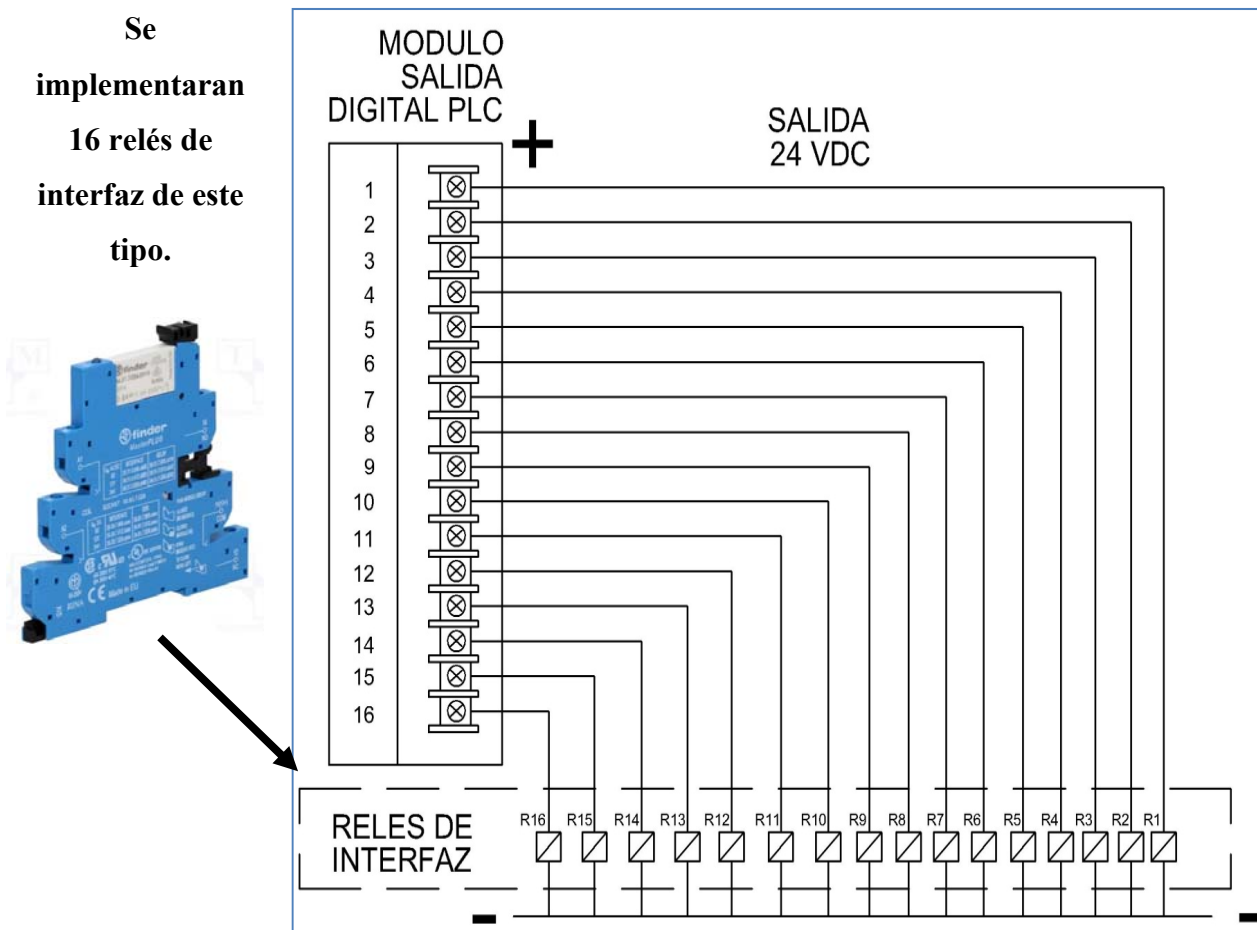


Figura 26. Esquema de conexionado modulo de salida PLC con relés de interfaz

4.1.4 Contactores

En el nuevo proyecto se necesitaran los siguientes contactores:

- 1 Contactor que permitirá controlar la Energización total del tablero a través de un interruptor principal (K1).
- 1 Contactor que permitirá energizar los circuitos control de todo el tablero (K2).
- 3 Contactores que se encargaran de energizar bombas de carga (productos resina K3 y secuestrante K4).
- 7 Contactores que energizaran a los motores agitadores de emulsión (K5), tinta (K6), catalizador (K7), estanque mezclado cola (K9), cola fina (K10), cola gruesa (K11) y a la bomba de tinta (K8).

En total suman un total de 11 contactores. A continuación los circuitos de control mando automático solo de los contactores.

En base a los consumos, se recomienda las siguientes especificaciones nominales mínimas requeridas y encontradas en el mercado para la selectividad de los contactores de los motores.

Cuadro 5. Descripción y cantidad de contactores necesarias para el control

| ITEM | DESCRIPCION FUNCIONALIDAD CONTACTOR | Kx | Tipo fase | IN (A) | I Nominal (A) | CANTIDAD |
|------|--|-----|--------------|-----------|---------------------|----------|
| 1 | VOLTAJE DE FUERZA | K1 | 3Ø | 37 | 40 | 1 |
| 2 | VOLTAJE CONTROL | K2 | 3Ø | 2 | 9 | 1 |
| 3 | BOMBA CARGA RESINA | K3 | 3Ø | 4,5 | 9 | 1 |
| 4 | BOMBA CARGA SECUESTRANTE | K4 | 3Ø | 4,5 | 9 | 1 |
| 5 | MOTOR AGITADOR EMULSION | K5 | 3Ø | 2,7 | 9 | 1 |
| 6 | MOTOR AGITADOR TINTA | K6 | 3Ø | 2,15 | 9 | 1 |
| 7 | MOTOR AGITADOR CATALIZADOR | K7 | 3Ø | 2,15 | 9 | 1 |
| 8 | MOTOR BOMBA TINTA | K8 | 3Ø | 3,5 | 9 | 1 |
| 9 | MOTOR AGITADOR COLA F/G | K9 | 3Ø | 2,15 | 9 | 1 |
| 10 | MOTOR AGITADOR COLA FINA | K10 | 3Ø | 2,15 | 9 | 1 |
| 11 | MOTOR AGITADOR COLA GRUESA | K11 | 3Ø | 2,15 | 9 | 1 |

10
Contactores
3Ø de 9 A y
1 de 40 A.



4.2 Selección dispositivos de fuerza

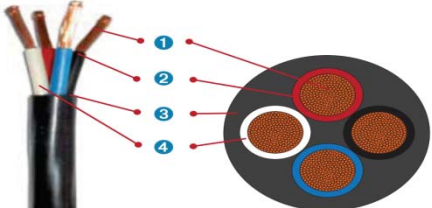
Con respecto a las modificaciones en aspectos de la fuerza, abarca la incorporación de un una protección. Y la selección de los demás equipos y cableados de fuerza considerando todas las cargas instaladas en el proceso. Se darán a conocer la fundamentación del cambio y la selección de estos.

4.2.1 Selección y cubicación alimentadores motores

Gracias a medidas de corriente, y placas de motores, a continuación de describen las características nominales y cantidades de multiconductores que se necesitan para alimentar a los motores trifásicos.

Alimentadores multiconductor extraflexibles, aislación XLPE y cubierta PVC 1000V, 4x14 AWG (3 fases + neutro + tierra) información técnica anexo 2

Cuadro 6. Descripción y cantidad de cableado 14 AWG 1x4 cond. necesario para el proyecto

| ITEM | DESCRIPCION ALIMENTADOR | In consumo | N° Cond. | AWG | Sección (mm2) | Densidad de I (A) (al aire libre T° ambiente 40°C) | Longitud (m) | |
|---|----------------------------------|------------|----------|-----|---------------|--|---------------------|---|
| 1 | ALIM. MOTOR AGITADOR EMULSION | 2,15 | 4 | 14 | 2,08 | 27 A | 34 | |
| 2 | ALIM. MOTOR AGITADOR TINTA | 2,15 | 4 | 14 | 2,08 | 27 A | 22 | |
| 3 | ALIM. MOTOR AGITADOR CATALIZADOR | 2,15 | 4 | 14 | 2,08 | 27 A | 29 | |
| 4 | ALIM. MOTOR AGITADOR COLA | 2,15 | 4 | 14 | 2,08 | 27 A | 17 | |
| 5 | ALIM. MOTOR AGITADOR COLA FINA | 2,15 | 4 | 14 | 2,08 | 27 A | 15 | |
| 6 | ALIM. MOTOR AGITADOR COLA GRUESA | 2,15 | 4 | 14 | 2,08 | 27 A | 15 | |
| 7 | ALIM. MOTOR BOMBA TINTA | 3,5 | 4 | 14 | 2,08 | 27 A | 26 | |
|  | | | | | | | TOTAL METROS | 190 m de cable de 4 conductores 14 AWG |

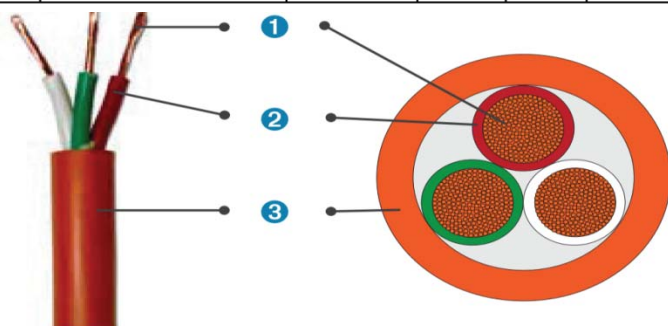
4.2.2 Alimentadores solenoides válvulas de carga, descarga y bomba neumática catalizador

En función de medidas de corriente, y placas de motores, a continuación se describen las características nominales y cantidades de multiconductores que se necesitarán para alimentar a las solenoides de 220 Vac de las válvulas de carga y descarga de los productos y bomba neumática de carga del producto catalizador.

Alimentadores multiconductor de cobre blando, extraflexible, con aislación y cubierta de PVC 600V / 3x14 AWG / (1 fase + neutro + tierra) información técnica anexo 3.

Cuadro 7. Descripción y cantidad de cableado 14 AWG 1x3 cond. necesario para el proyecto

| ITEM | DESCRIPCION ALIMENTADOR | In (A) consumo | N° Cond. | AWG | Sección (mm ²) | Densidad de I (para ctos. Monofásicos) (A) | Longitud (m) |
|------|--|----------------|----------|-----|----------------------------|--|--------------|
| 1 | ALIM. SOLENOIDE VALVULA CARGA RESINA | 1 | 3 | 14 | 2,08 | 18 A | 14 |
| 2 | ALIM. SOLENOIDE VALVULA CARGA CATALIZADOR | 1 | 3 | 14 | 2,08 | 18 A | 16 |
| 3 | ALIM. SOLENOIDE VALVULA CARGA SECUESTRANTE | 1 | 3 | 14 | 2,08 | 18 A | 18 |
| 4 | ALIM. SOLENOIDE VALVULA CARGA AGUA | 1 | 3 | 14 | 2,08 | 18 A | 20 |
| 5 | ALIM. SOLENOIDE BBA. NEUMATICA CARGA CATALIZADOR | 1 | 3 | 14 | 2,08 | 18 A | 35 |
| 6 | ALIM. SOLENOIDE VALVULA DESCARGA RESINA | 1 | 3 | 14 | 2,08 | 18 A | 14 |
| 7 | ALIM. SOLENOIDE VALVULA DESCARGA CATALIZADOR | 1 | 3 | 14 | 2,08 | 18 A | 16 |
| 8 | ALIM. SOLENOIDE VALVULA DESCARGA SECUESTRANTE | 1 | 3 | 14 | 2,08 | 18 A | 18 |
| 9 | ALIM. SOLENOIDE VALVULA DESCARGA AGUA | 1 | 3 | 14 | 2,08 | 18 A | 20 |
| 10 | ALIM. SOLENOIDE VALVULA DESCARGA COLA FINA | 1 | 3 | 14 | 2,08 | 18 A | 25 |
| 11 | ALIM. SOLENOIDE VALVULA DESCARGA COLA GRUESA | 1 | 3 | 14 | 2,08 | 18 A | 25 |



| | |
|---------------------|--|
| TOTAL METROS | 221 m de cable de 2 conductor es 14 AWG |
|---------------------|--|

4.2.3 Selección protecciones magneto térmicas trifásicas (guardamotores)

En base a los consumos de los motores, y considerando la magnitud de la corriente de partida equivalente a 4-6 veces la corriente nominal, y el tiempo que emplea en esta condición no superior a 1 sg, se recomienda las siguientes especificaciones nominales mínimas requeridas y encontradas en el mercado, las cuales nos permiten un ajuste y selección adecuado de las protecciones magneto térmicas.

Cuadro 8. Descripción y cantidad de cableado guardamotores necesario para el proyecto

| ITEM | DESCRIPCION CARGA | Tipo fase | IN CONSUMO (A) | Rango de regulación (A) | CANTIDAD |
|------|----------------------------|-----------|----------------|-------------------------|---|
| 1 | MOTOR AGITADOR EMULSION | 3Ø | 2,7 | 2,5 a 4 | 1 |
| 2 | MOTOR AGITADOR TINTA | 3Ø | 2,15 | 2,5 a 4 | 1 |
| 3 | MOTOR AGITADOR CATALIZADOR | 3Ø | 2,15 | 2,5 a 4 | 1 |
| 4 | MOTOR AGITADOR COLA | 3Ø | 2,15 | 2,5 a 4 | 1 |
| 5 | MOTOR AGITADOR COLA FINA | 3Ø | 2,15 | 2,5 a 4 | 1 |
| 6 | MOTOR AGITADOR COLA GRUESA | 3Ø | 2,15 | 2,5 a 4 | 1 |
| 7 | MOTOR BOMBA TINTA | 3Ø | 3,5 | 2,5 a 4 | 1 |
| | | | | | 7 Guardamotores 3Ø de (2,5 a 4)A |

4.2.4 Selección protecciones magneto térmicas monofásicas

Según los consumos aproximados de las cargas y corriente cortocircuito no superior a los 10KA en la barra más cercana según planos de fuerza Masisa, se recomienda las siguientes especificaciones nominales mínimas requeridas y encontradas en el mercado, las cuales nos permiten proteger de forma correcta nuestros circuitos monofásicos. Todas las protecciones son del modelo DX-6000-10KA.

Se seleccionaron las curvas de funcionamiento más rápidas, ideal para proteger equipos de electrónica y control.

Cuadro 9. Descripción y cantidad de protecciones monofásicas necesario para el proyecto

| ITEM | DESCRIPCION CARGA | Tipo fase | IN CONSUMO (A) | IN NOMINAL INTERRUPTOR (A) | CURVA | CANTIDAD |
|------|--|-----------|----------------|----------------------------|-------|----------|
| 1 | CIRCUITO CONTROL FASE R | 1Ø | 2 | 3 | C | 1 |
| 2 | CIRCUITO CONTROL FASE S | 1Ø | 2 | 3 | C | 1 |
| 3 | CIRCUITO CONTROL FASE T | 1Ø | 2 | 3 | C | 1 |
| 4 | ENCUCHES | 1Ø | 0-10 | 16 | B | 1 |
| 5 | FUENTE PODER PLC | 1Ø | 2 | 3 | C | 1 |
| 6 | FUENTE PODER EXTERNA | 1Ø | 2 | 3 | C | 1 |
| 7 | SOLENOIDE VALVULA DE CARGA RESINA, BOBINA K3 Y LUZ PILOTO | 1Ø | 0,6 | 1 | C | 1 |
| 8 | SOLENOIDES VALVULA DE CARGA CATALIZADOR, BOMBA NEUMATICA Y LUZ PILOTO. | 1Ø | 0,6 | 1 | C | 1 |
| 9 | SOLENOIDE VALVULA DE CARGA SECUESTRANTE, BOBINA K4 Y LUZ PILOTO | 1Ø | 0,6 | 1 | C | 1 |
| 10 | SOLENOIDE VALVULA DE CARGA AGUA Y LUZ PILOTO | 1Ø | 0,2 | 1 | C | 1 |
| 11 | SOLENOIDE VALVULA DE DESCARGA RESINA | 1Ø | 0,2 | 1 | C | 1 |
| 12 | SOLENOIDE VALVULA DE DESCARGA CATALIZADOR | 1Ø | 0,2 | 1 | C | 1 |
| 13 | SOLENOIDE VALVULA DE DESCARGA SECUESTRANTE | 1Ø | 0,2 | 1 | C | 1 |
| 14 | SOLENOIDE VALVULA DE DESCARGA AGUA | 1Ø | 0,2 | 1 | C | 1 |
| 15 | SOLENOIDE VALVULA DESCARGA COLA FINA | 1Ø | 0,2 | 1 | C | 1 |
| 16 | SOLENOIDE VALVULA DESCARGA COGA GRUESA | 1Ø | 0,2 | 1 | C | 1 |

5 Interruptores magnetotérmicos 1Ø de 3A, 1 de 16A y 10 de 1A= Total 16 protecciones monofásicas.

4.2.5 Selección barras repartidores tetrapolares

Considerando estudio carga, con un consumo total que no supera los 37 A, y alrededor de 8 salidas trifásicas a motores mas otras 7 salidas monofásicas a electroválvulas, con un total de requerimiento de alrededor de 11 bornes por fase, se recomienda las siguientes especificaciones nominales mínimas requeridas y encontradas en el mercado.

| DESCRIPCION | IN (A) | Nºbornes por barras | Cond. (mm2) | VN (V) | Poder de ruptura (KA) | Cantidad |
|--------------------------------|--------|---------------------|-------------|--------|-----------------------|--|
| Barras Repartidoras Tetrapolar | 125 | 11 | 1,5 a 10 | 500 | 14,5 | 1 Repartidor tetrapolar de 125A |

6.2.1 Fusibles alimentador principal

Considerando un consumo total que no supera los 37 A, y una densidad máxima de corriente del alimentador principal de 40A/mm2, se recomienda las características mínimas requeridas y encontradas en el mercado dando cumplimiento a normativas vigentes, permitiendo la protección del alimentador principal del tablero de fuerza cocina cola el cual tiene una longitud de 30m.

$I_{nominal de consumo} < I_{fusible} < I_{admisible maxima por el conductor}$

$$37 A < 40 A < 45 A$$

| DESCRIPCION | I consumo (A) | TIPO | IN (A) | VN (V) | Poder de ruptura (KA) | Cantidad |
|-------------------------------|---------------|------|--------|--------|-----------------------|----------------------------------|
| Fusible industrial cilíndrico | 37 | gG | 40 | 500 | 100 | 6 Fusibles tipo gG de 40A |

El tipo gG esta especialmente estudiado para proteger lo más finamente posible los conductores de los circuitos eléctricos en caso de sobrecargas o de cortocircuitos. Las condiciones de utilización están optimizadas, gracias a una relación de selectividad afinada y garantizada de 1,6 en vez de 2 a partir de 16A. La relación de selectividad es de 1,6 veces la corriente nominal de

consumo, lo que significa que para un fusible de $I_n=40A$, dice que recién a los 64A (1,6X40A), el fusible comenzara su curva de fusión. Conforme a normas NFC 60-200-1 y 2 y IEC 602 69.

4.2.6 Selección alimentador general

Segun los consumos de los motores, el muy bajo consumo de las bobinas de solenoides de las válvulas de carga, descarga y bomba neumática, el total del consumo considerando todos los equipos operativos equivale a 37 A, las mínimas características requeridas y encontradas en el mercado.

Cuadro 10. Resumen de consumos de todas las cargas del tablero

| ITEM | DESCRIPCION CARGA | I Consumo (A) |
|------|---|---------------|
| 1 | MOTOR AGITADOR EMULSION | 2,7 |
| 2 | MOTOR AGITADOR TINTA | 2,15 |
| 3 | MOTOR AGITADOR CATALIZADOR | 2,15 |
| 4 | MOTOR AGITADOR COLA | 2,15 |
| 5 | MOTOR AGITADOR COLA FINA | 2,15 |
| 6 | MOTOR AGITADOR COLA GRUESA | 2,15 |
| 7 | MOTOR BOMBA TINTA | 3,5 |
| 8 | SOLENOIDE VALVULA CARGA RESINA | 0,2 |
| 9 | SOLENOIDE VALVULA CARGA CATALIZADOR | 0,2 |
| 10 | SOLENOIDE VALVULA CARGA SECUESTRANTE | 0,2 |
| 11 | SOLENOIDE VALVULA CARGA AGUA | 0,2 |
| 12 | SOLENOIDE BBA. NEUMATICA CARGA CATALIZADOR | 0,2 |
| 13 | SOLENOIDE VALVULA DESCARGA RESINA | 0,2 |
| 14 | SOLENOIDE VALVULA DESCARGA CATALIZADOR | 0,2 |
| 15 | SOLENOIDE VALVULA DESCARGA SECUESTRANTE | 0,2 |
| 16 | SOLENOIDE VALVULA DESCARGA AGUA | 0,2 |
| 17 | SOLENOIDE VALVULA DESCARGA COLA FINA | 0,2 |
| 18 | SOLENOIDE VALVULA DESCARGA COLA GRUESA | 0,2 |
| 19 | CIRCUITO CONTROL FASE R CONTACTORES (R0, K3 Y K4) | 1,2 |
| 20 | CIRCUITO CONTROL FASE S CONTACTORES (K2, K5, K6 Y K7) | 1,2 |
| 21 | CIRCUITO CONTROL FASE T CONTACTORES (K1, K8, K9, K10 Y K11) | 1,5 |
| 22 | ENCUCHES | 10 |
| 23 | FUENTE PODER PLC | 2 |
| 24 | FUENTE PODER EXTERNA | 2 |
| | TOTAL CONSUMO | 37 A |

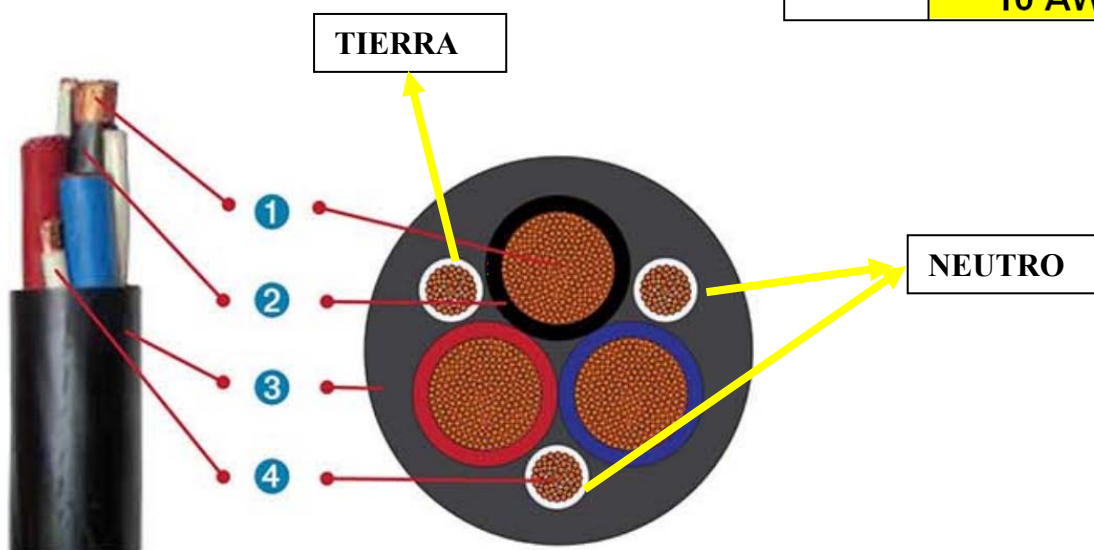
Selección y cubicación del alimentador general (multiconductor 5x10 AWG, conductores eléctricos Cocesa)

SUPERFLEX MULTICONDUCTOR - 3 FASES + 1 NEUTRO + 1 TIERRA

| Calibre AWG/kcmil | Sección nominal mm ² | Diámetro del conductor aprox. mm | Espesor aislación mm | Diámetro exterior aprox. mm | Peso total aprox. kg/km | Resistencia máx. a 20 °C CC Ω/km | Capacidad de corriente A | | |
|----------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|--------------------------------|----------------------------|--|--------------------------------------|--|---------------------------------|
| | | | | | | | Ducto enterrado (1) Temp. amb. 20 °C | Direct. enterrado (2) Temp. amb. 20 °C | Aire libre (3) Temp. amb. 40 °C |
| 14 | 2,08 | 1,9 | 0,7 | 13,3 | 268 | 8,59 | 27 | 35 | 26 |
| 12 | 3,31 | 2,4 | 0,7 | 14,7 | 351 | 5,41 | 36 | 46 | 35 |
| 10 | 5,26 | 3,0 | 0,7 | 16,4 | 485 | 3,41 | 46 | 56 | 45 |
| 8 | 8,37 | 3,8 | 0,7 | 18,7 | 660 | 2,14 | 59 | 83 | 59 |

| ITEM | DESCRIPCION ALIMENTADOR | In consumo (A) | N° Cond. | AWG | Sección (mm ²) | Densidad de I (A) (al aire libre T° ambiente 40°C) | Longitud (m) |
|------|--------------------------------------|----------------|----------|-----|----------------------------|--|--------------|
| 1 | ALIMENTADOR PRINCIPAL TABLERO FIEL 9 | 37 | 4 | 10 | 5,26 | 45 A | 30 |

| | |
|---------------------|--|
| TOTAL METROS | 30 m de cable de 4 conductores 10 AWG |
|---------------------|--|



4.2.7 Incorporación de una protección adicional

Según lo establecido en algunos planos de fuerza de Masisa SA, seguimiento de cables, mediciones de corriente, se pudo definir el diagrama unilineal general que involucra a la fuerza del proceso cocina cola línea Mende. La visualización correcta es posible en plano N°1 (Plano unilineal general cocina cola línea Mende).

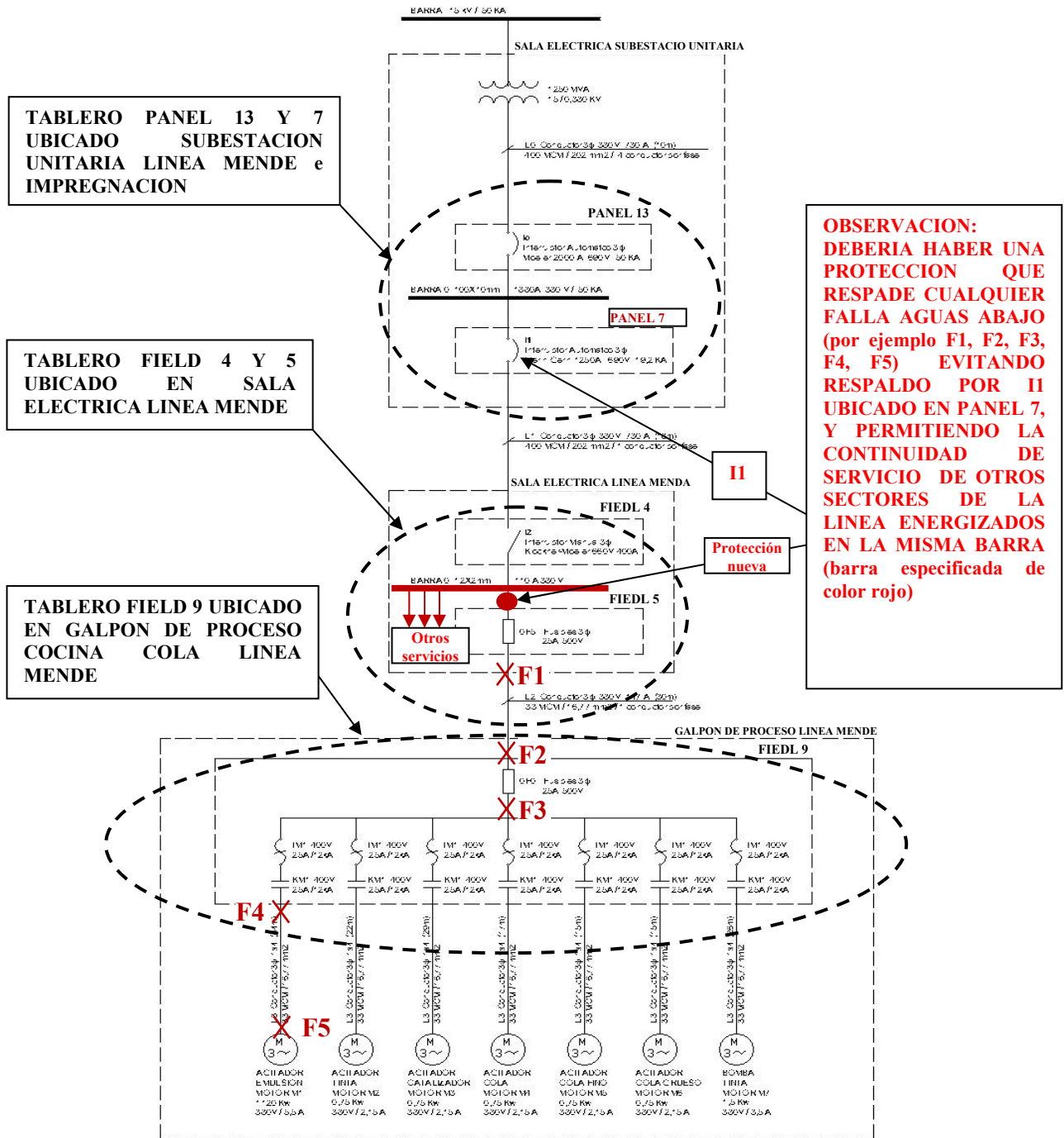


Figura 27. Unilineal general de la fuerza de las cargas de proceso cocina cola. Esquema explica fundamentación de nueva protección.

Este diagrama unilíneal nos representa la distribución y dispositivos que existen, desde el Field 5 ubicado en sala eléctrica línea mende, hasta Field 9 ubicado en galpón de proceso cocina cola línea mende. Comprende el unilíneal que existe en la actualidad con la incorporación de una nueva protección denotada con color rojo, esto mejorando la observación informada en el inciso anterior.

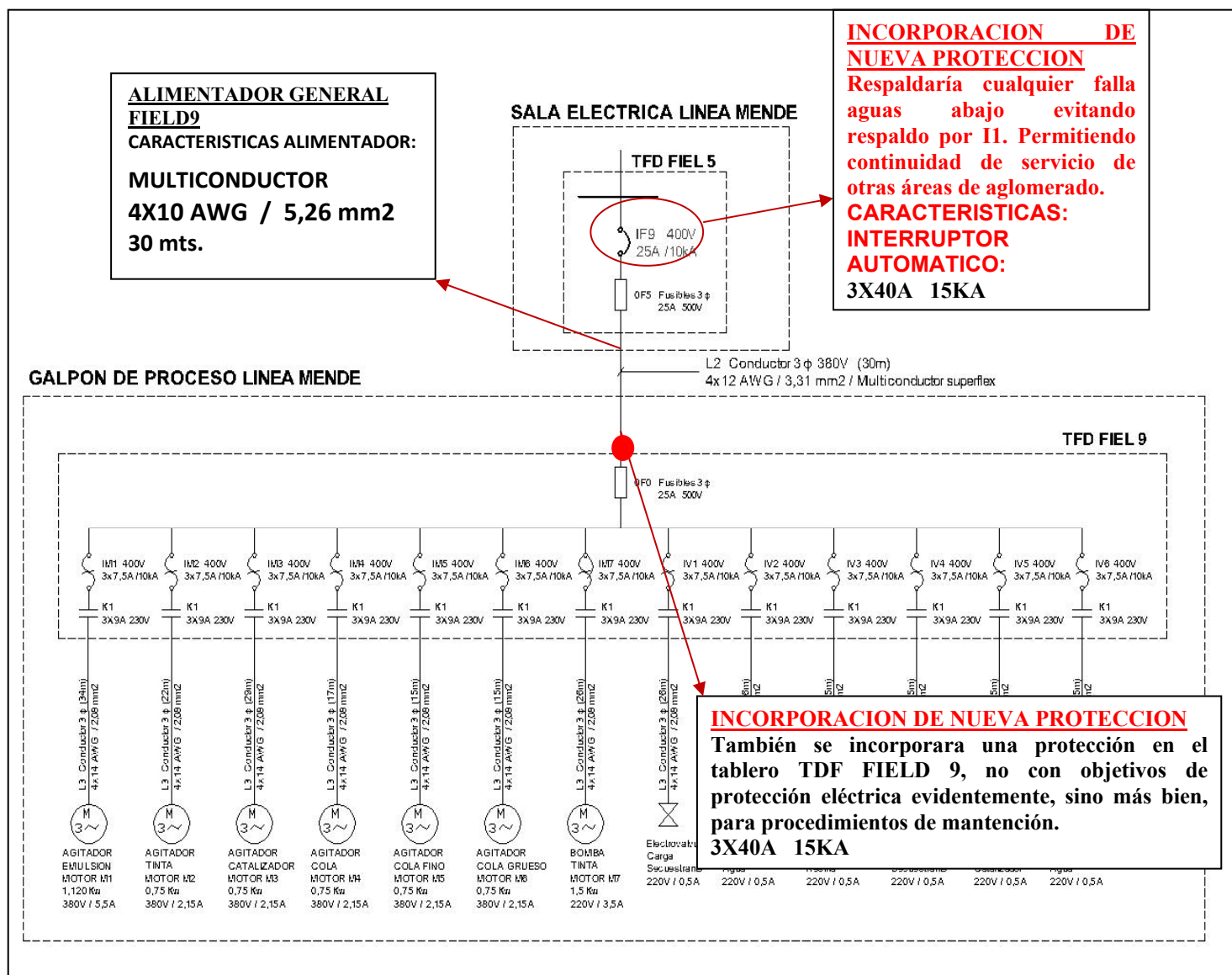


Figura 28. Unilíneal específico de la fuerza de las cargas de proceso cocina cola. Esquema explica con más detalles alimentadores y protecciones de las cargas.

Selección protección adicional magneto térmica general tablero

Considerando estudio carga, con un consumo total que no supera los 37 A, y la ruptura aguas arriba no supera los 19 KA (barra a 30 metros de distancia), se recomienda las siguientes especificaciones nominales mínimas requeridas y encontradas en el mercado.

| DESCRIPCION | IN CONSUMO (A) | TIPO FASE | I Nominal Interruptor (A) | I RUPTURA (KA) | CURVA | Cantidad |
|---------------------------|----------------|-----------|---------------------------|----------------|-------|------------------------|
| Protección magnetotérmica | 37 A | 3Ø | 40 | 15 | Z | 1 protección 3Ø de 40A |

Se selecciono protección de la curva Z, ya que es la curva de funcionamiento más rápida, ideal para proteger equipos de electrónica y control.

| Curva Z | | | | |
|---------|--------|----|---|-------|
| 1 | 072 11 | 2 | 3 | 25 KA |
| 1 | 072 12 | 3 | 3 | 25 KA |
| 1 | 072 14 | 6 | 3 | 25 KA |
| 1 | 072 16 | 10 | 3 | 25 KA |
| 1 | 072 18 | 16 | 3 | 25 KA |
| 1 | 072 19 | 20 | 3 | 25 KA |
| 1 | 072 20 | 25 | 3 | 20 KA |
| 1 | 072 21 | 32 | 3 | 15 KA |
| 1 | 072 22 | 40 | 3 | 15 KA |

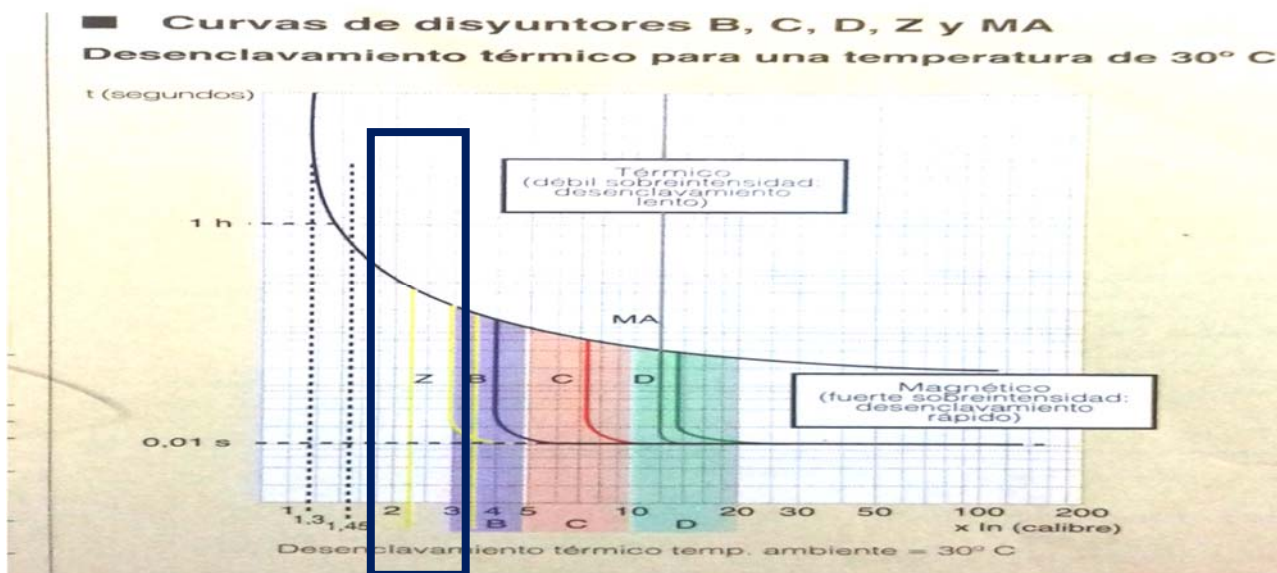


Figura 29. Tabla y curva selectividad protección general

5. ESQUEMA Y DESCRIPCION DISPOSITIVOS EXTERNOS E INTERNOS TABLEROS FUERZA Y CONTROL

A continuación la posición de los tableros de fuera y control y la descripción de disposición y función de todos los equipos y dispositivos externamente e internamente. Actualmente solo existe un tablero el cual incorpora todo (idéntico al A), el nuevo proyecto involucra un nuevo tablero B, el cual incorporara los selectores para la preparación de cola en modo manual, en caso de que falle el PLC o cualquier dispositivo asociado al control automático. El tablero A tendrá las mismas indicaciones pilotos de los estados de actuadores, selectores para motores agitadores del área, para preparación de receta, principal de modo de control, tensión de mando, y interruptor general.

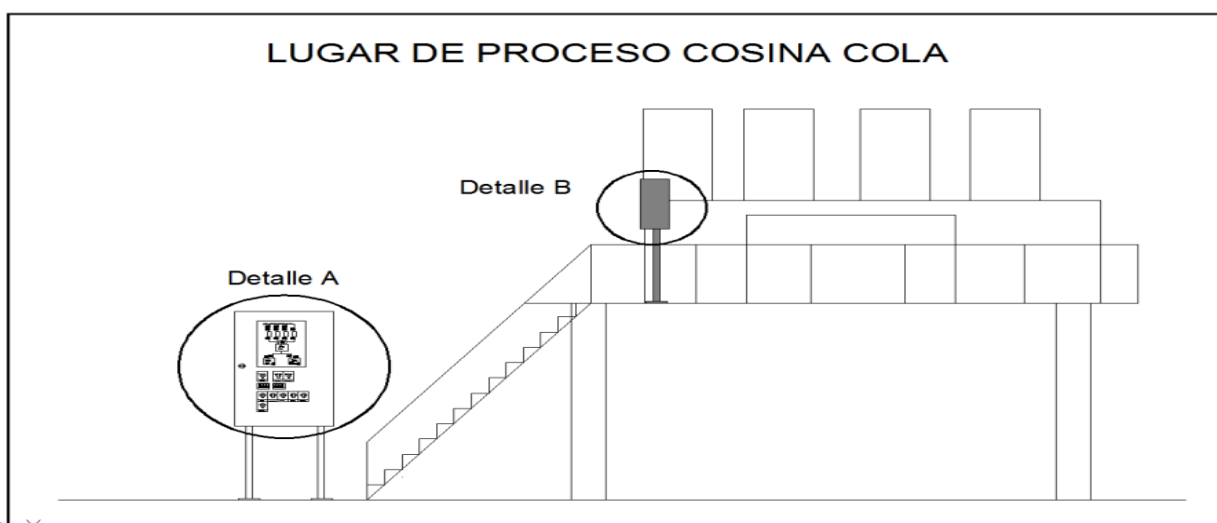
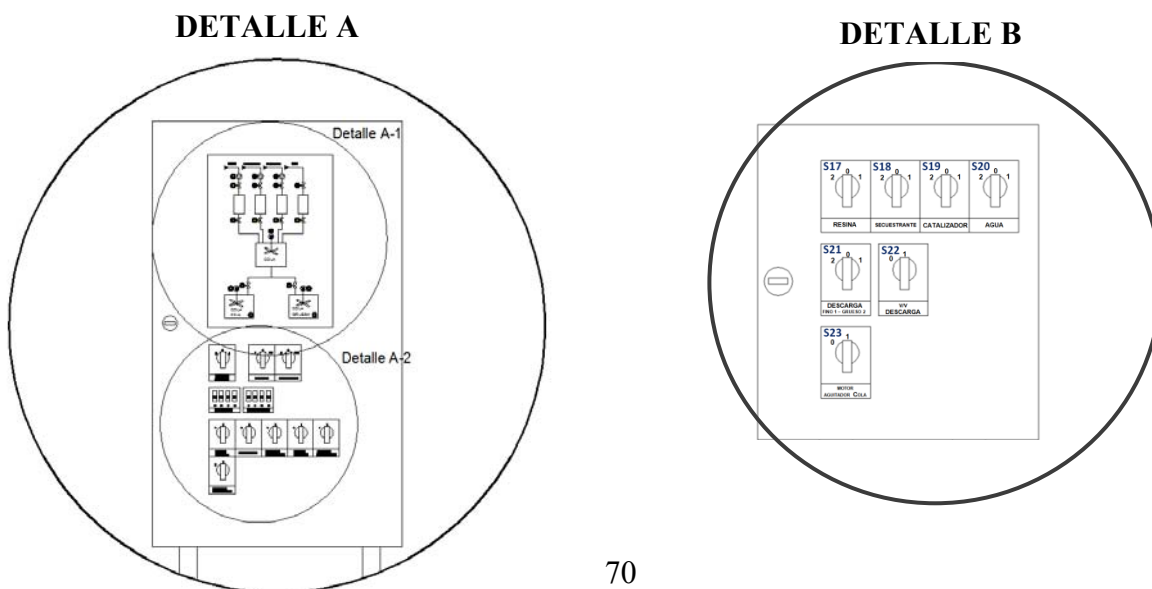


Figura 30. Esquema disposición nuevos tableros de fuerza y control.



5.1.1 Esquema exterior de los tableros

En este punto se describirán los dispositivos incorporados en el exterior de los tableros de A y B descritos en la figura 26 en el inciso anterior. El objetivo es especificar los tipos de selectores, su ubicación en los tableros, nombres y tag's y funcionalidad de cada una de sus posiciones de contacto. A continuación en figura 27 se detallan los dispositivos que incorpora el tablero principal situado nivel bajo (detalle A según figura 26 inciso anterior).

Esquema exterior tablero principal primer nivel (Detalle A figura 26)

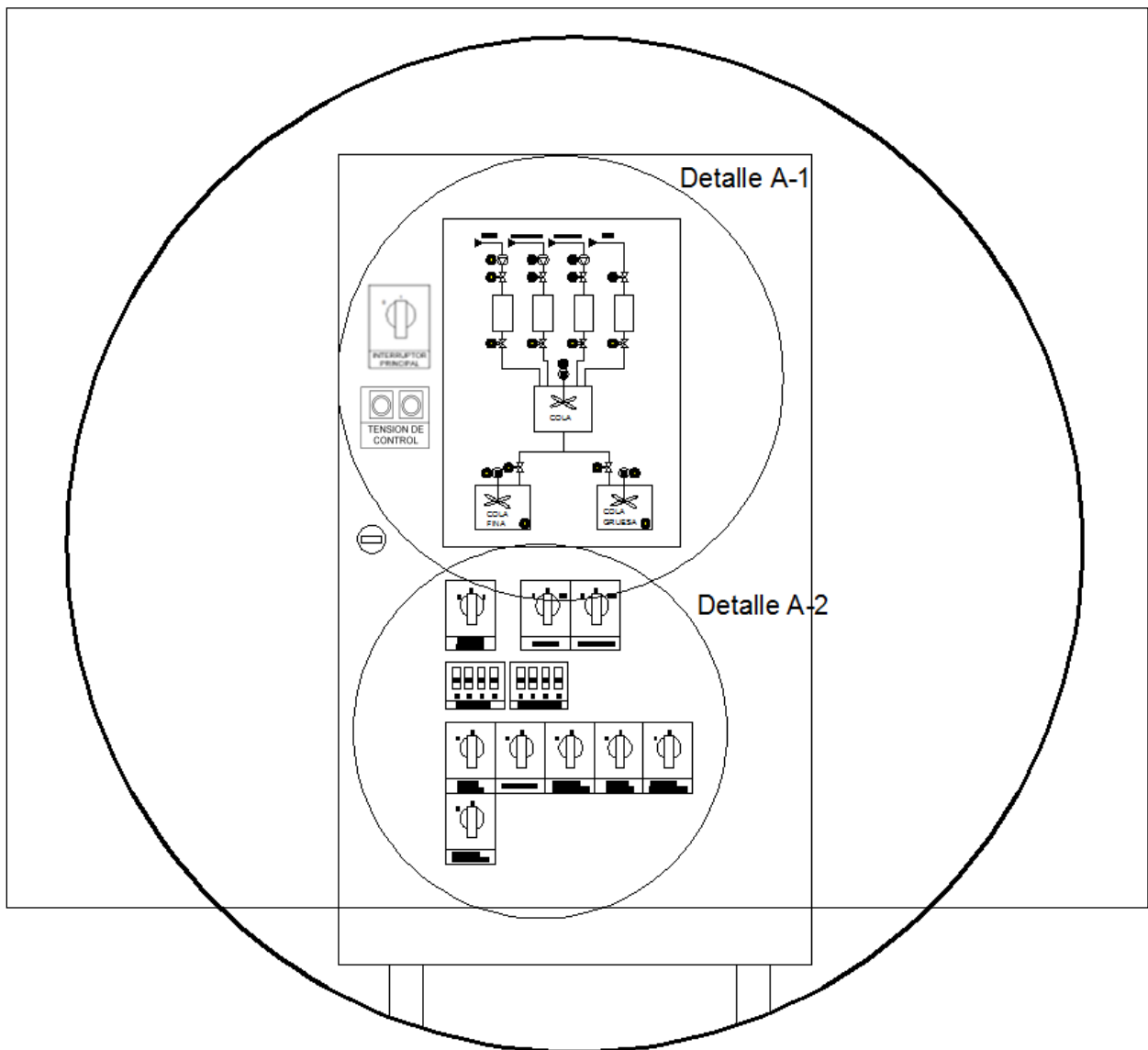


Figura 31. Esquema dispositivos dispuestos externamente en tablero principal (detalle A, de la figura 26)

Detalle A-1 figura 27

Con estos selectores de control se podrá controlar la energía de alimentación completa del tablero con el interruptor principal S0, y se podrá controlar la tensión de control con los pulsadores NA (P1) y pulsador NC (P2). Además posee un panel indicador el cual indicara los estados de funcionamiento de los actuadores y los estados de pedido de cola fina y gruesa.

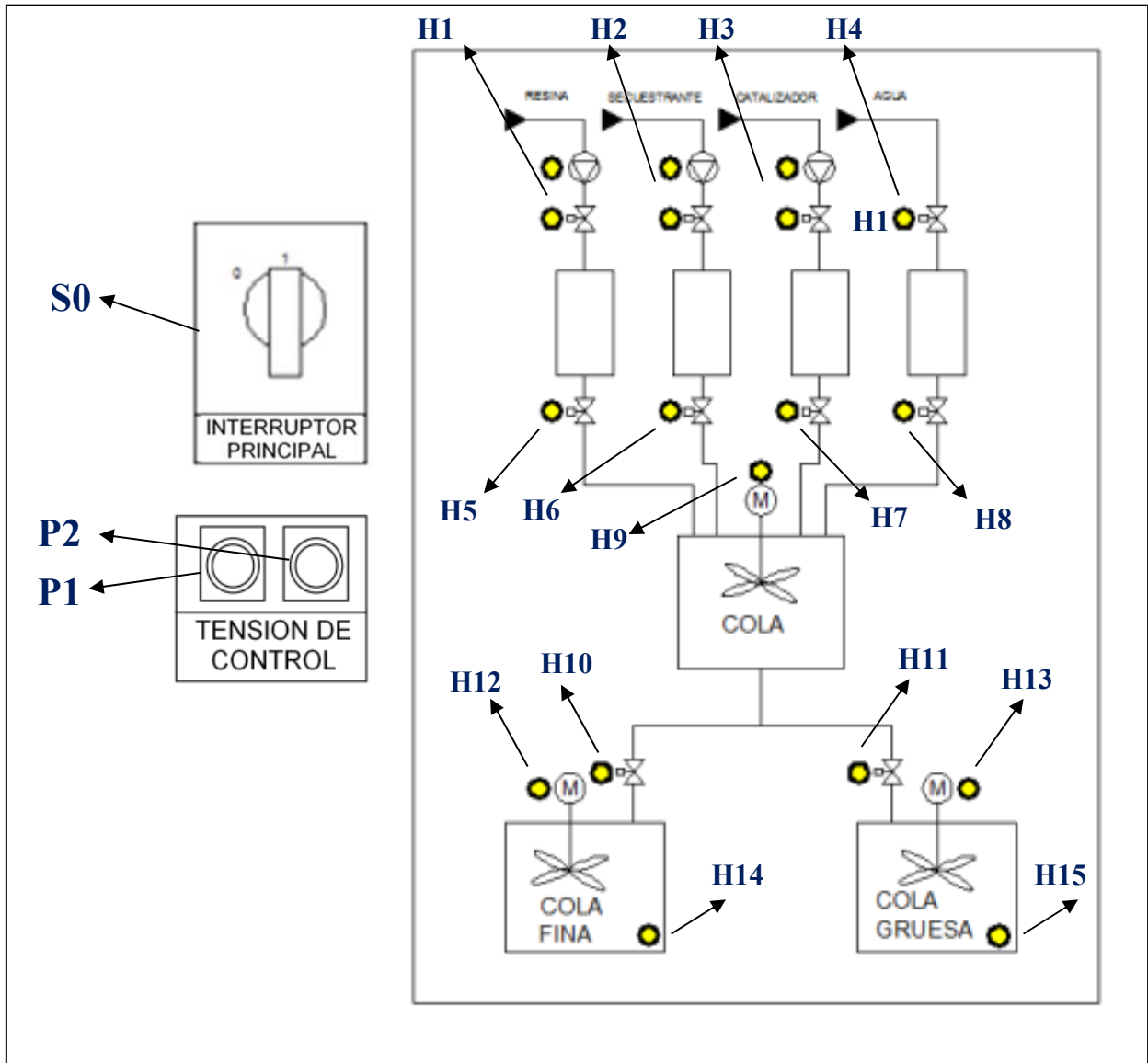


Figura 32. Esquema específico dispositivos (detalle A-1 figura 27)

Detalle A-2 figura 27

Con estos selectores de control se podrá efectuar la preparación de la receta para la cocina cola fina (S2) o gruesa (S3) en funcionamiento automático (S1 pos 1) o manual (S2 pos 2), como también habilitar las sustancias que conformaran la receta de la cola fina (Selectores S4, S5, S6 y S7) y gruesa los selectores (S8, S9, S10 y S11). También los selectores de accionamiento directo de los motores agitadores y bomba de tinta con los selectores (S12, S13, S14, S15, S16 Y S13.1).

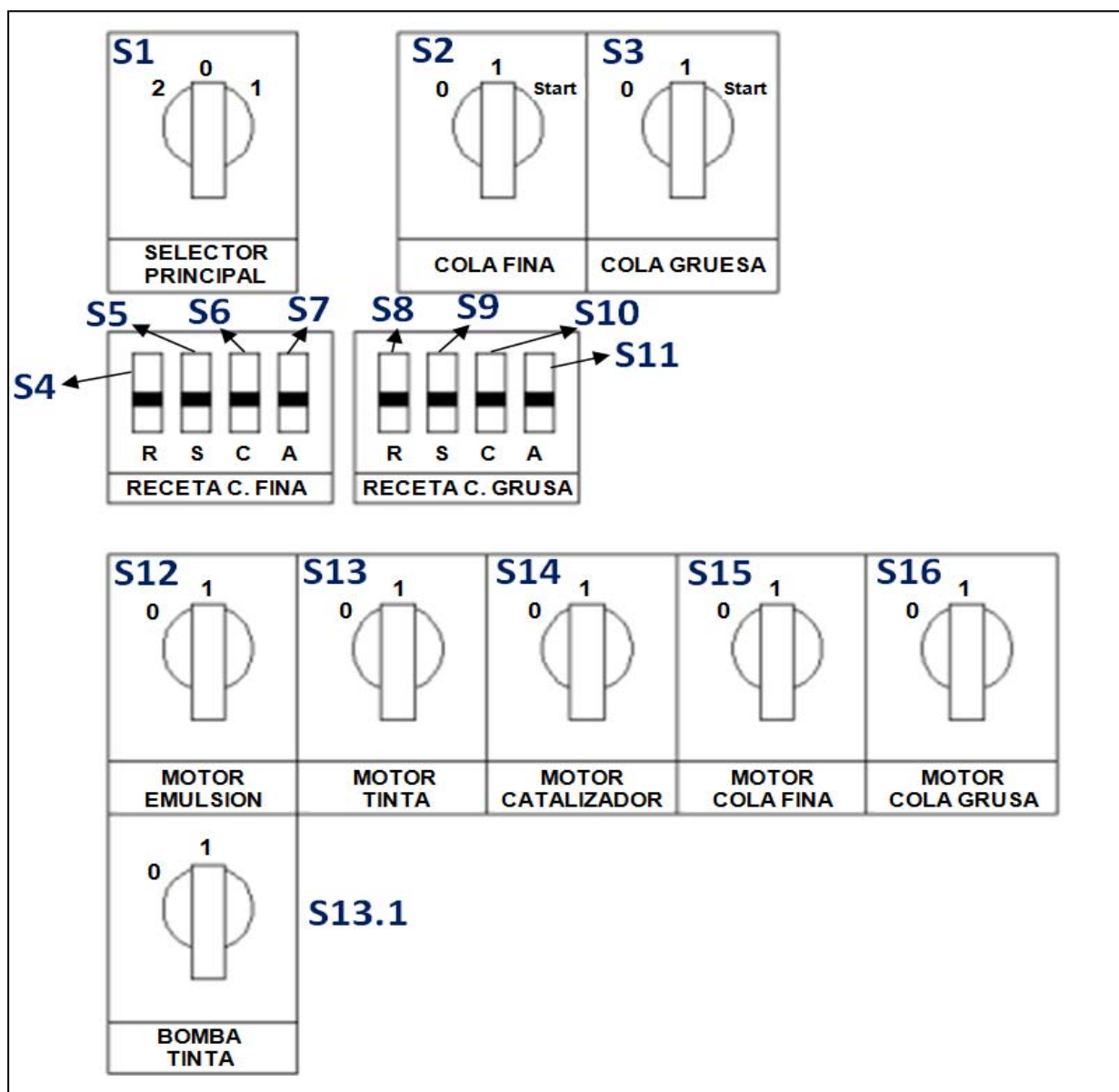


Figura 33. Esquema específico dispositivos (detalle A-2 figura 16)

Cuadro 11. Descripción de funcionalidad selectores tablero preparación manual (detalle A-2)

| TAG | MODO FUNCIONALIDAD | DESCRIPCION SELECTOR | POS. SELECTOR | FUNCIONALIDAD POSICIONES SELECTOR |
|--------------|---------------------------|---|----------------------|--|
| S1 | MAN. Y AUT. | SELECTOR PRINCIPAL | 1 | MODO AUTOMATICO |
| | | | 0 | AUTOMATICO PARCIAL |
| | | | 2 | MODO MANUAL |
| S2 | AUTOMATICO | SELECTOR FORMULA 1 Permite preparar cola fina en modo aut. | 0 | NO PREPARACION FINO |
| | | | 1 | PREPARACION FINO |
| | | | START | APURA PREPARACION FINO |
| S4 | AUTOMATICO | SELECTOR FORMULA 2 Permite preparar cola gruesa en modo aut. | 0 | NO PREPARACION GRUESO |
| | | | 1 | PREPARACION GRUESO |
| | | | START | APURA PREPARACION GRUESO |
| S4 | AUTOMATICO | SELECTOR RESINA EN PREP. FINO | 0 | SIN RESINA EN PREP. FINO |
| | | | 1 | CON RESINA EN PREP. FINO |
| S5 | AUTOMATICO | SELECTOR SECUESTRANTE EN PREP. FINO | 0 | SIN SECUESTRANTE EN PREP. FINO |
| | | | 1 | CON SECUESTRANTE EN PREP. FINO |
| S6 | AUTOMATICO | SELECTOR CATALIZADOR EN PREP. FINO | 0 | SIN CATALIZADOR EN PREP. FINO |
| | | | 1 | CON CATALIZADOR EN PREP. FINO |
| S7 | AUTOMATICO | SELECTOR AGUA EN PREP. FINO | 0 | SIN AGUA EN PREP. FINO |
| | | | 1 | CON AGUA EN PREP. FINO |
| S8 | AUTOMATICO | SELECTOR RESINA EN PREP. GRUESO | 0 | SIN RESINA EN PREP. GRUESO |
| | | | 1 | CON RESINA EN PREP. GRUESO |
| S9 | AUTOMATICO | SELECTOR SECUESTRANTE EN PREP. GRUESO | 0 | SIN SECUESTRANTE EN PREP. GRUESO |
| | | | 1 | CON SECUESTRANTE EN PREP. GRUESO |
| S10 | AUTOMATICO | SELECTOR CATALIZADOR EN PREP. GRUESO | 0 | SIN CATALIZADOR EN PREP. GRUESO |
| | | | 1 | CON CATALIZADOR EN PREP. GRUESO |
| S11 | AUTOMATICO | SELECTOR AGUA EN PREP. GRUESO | 0 | SIN AGUA EN PREP. GRUESO |
| | | | 1 | CON AGUA EN PREP. GRUESO |
| S12 | MANUAL | SELECTOR MOTOR AGITADOR EMULSION | 0 | MOTOR DETENIDO EN MODO MANUAL |
| | | | 1 | MOTOR FUNCIONANDO EN MODO MANUAL |
| S13 | MANUAL | SELECTOR MOTOR AGITADOR TINTA | 0 | MOTOR DETENIDO EN MODO MANUAL |
| | | | 1 | MOTOR FUNCIONANDO EN MODO MANUAL |
| S14 | MANUAL | SELECTOR MOTOR AGITADOR CATALIZADOR | 0 | MOTOR DETENIDO EN MODO MANUAL |
| | | | 1 | MOTOR FUNCIONANDO EN MODO MANUAL |
| S15 | MANUAL | SELECTOR MOTOR AGITADOR COLA FINA | 0 | MOTOR DETENIDO EN MODO MANUAL |
| | | | 1 | MOTOR FUNCIONANDO EN MODO MANUAL |
| S16 | MANUAL | SELECTOR MOTOR AGITADOR COLA GRUESA | 0 | MOTOR DETENIDO EN MODO MANUAL |
| | | | 1 | MOTOR FUNCIONANDO EN MODO MANUAL |
| S13.1 | MANUAL Y AUTOMATICO | BBA TINTA | 0 | MOTOR DETENIDO EN MODO MANUAL |
| | | | 1 | MOTOR FUNCIONANDO EN CUALQUIER MODO |

Esquema exterior tablero preparación manual segundo nivel (Detalle B figura 26)

Con estos selectores de control dispuestos en el tablero de arriba (detalle B), se podrá preparar cola fina o gruesa de forma manual, de tal forma que recaea en absoluta responsabilidad del operador. Eso solo se podrá efectuar solo si el selector principal de control ubicado en el tablero principal (detalle A-2 figura 27) está dispuesto en la posición de modo manual. La finalidad de esa modalidad de control manual, es prescindir de todo modo automático, en la preparación de cola fina o gruesa en caso de tener alguna falla en el PLC, fuente de poder 24 VDC, relés de interfaz, o en algún sensor de nivel.

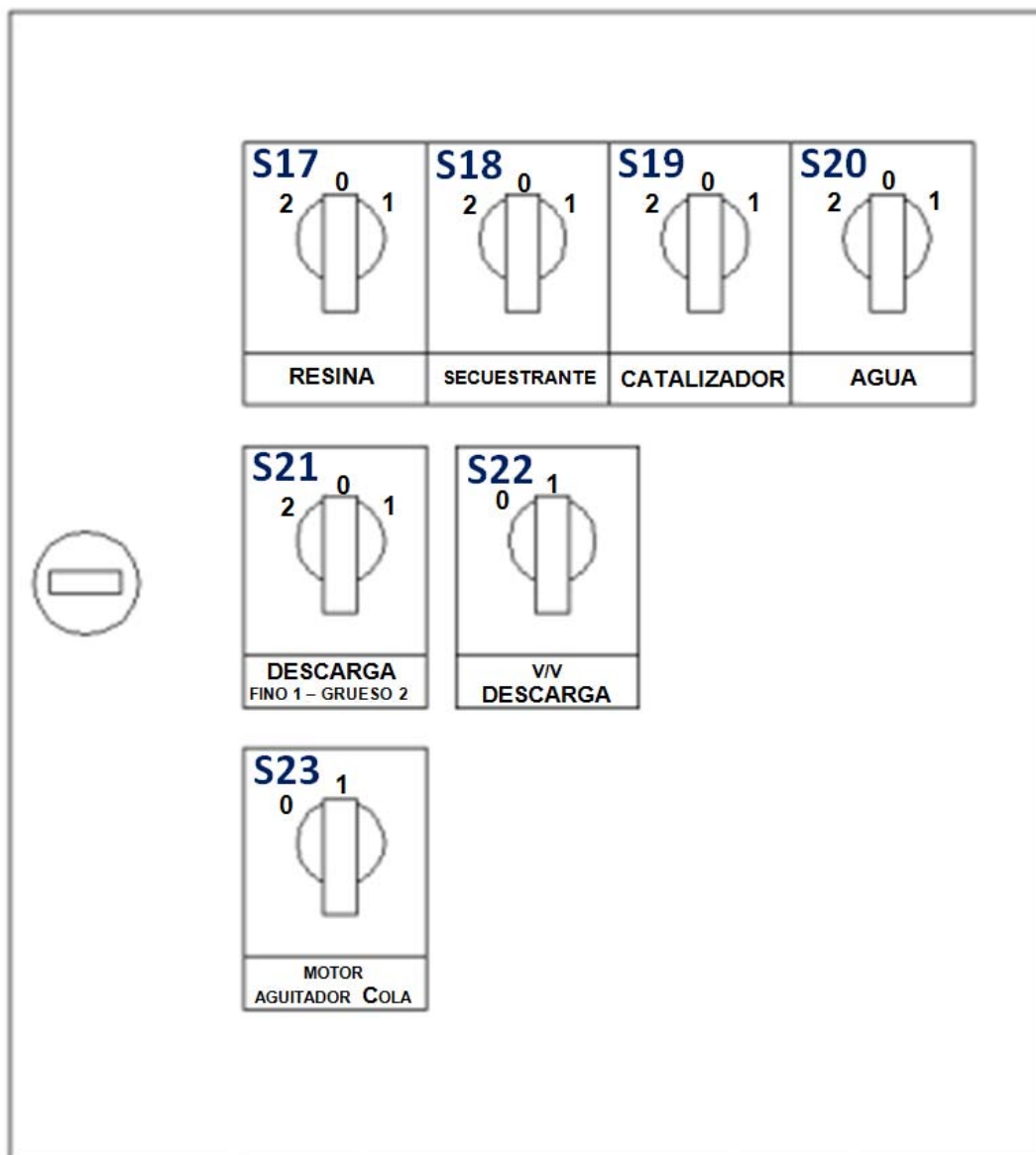


Figura 34. Esquema dispositivos dispuestos externamente en tablero preparación manual (detalle B figura 26)

Cuadro 12. Descripción de funcionalidad selectores tablero preparación manual (detalle B)

| TAG | CONDICION FUNCIONAMIENTO | DESCRIPCION SELECTOR | POS. SELECTOR | FUNCIONALIDAD POSICIONES SELECTOR |
|------------|---------------------------------|---|----------------------|--|
| S17 | MANUAL | SELECTOR PRODUCTO RESINA | 1 | CARGA PRODUCTO RESINA AL VASO |
| | | | 0 | NO GENERA NADA |
| | | | 2 | DESCARGA PRODUCTO RESINA AL ESTANQUE MEZCLADOR |
| S18 | MANUAL | SELECTOR PRODUCTO SECUESTRANTE | 1 | CARGA PRODUCTO SECUESTRANTE AL VASO |
| | | | 0 | NO ACCIONA NADA |
| | | | 2 | DESCARGA PRODUCTO SECUESTRANTE AL ESTANQUE MEZCLADOR |
| S19 | MANUAL | SELECTOR PRODUCTO CATALIZADOR | 1 | CARGA PRODUCTO CATALIZADOR AL VASO |
| | | | 0 | NO ACCIONA NADA |
| | | | 2 | DESCARGA PRODUCTO CATALIZADOR AL ESTANQUE MEZCLADOR |
| S20 | MANUAL | SELECTOR PRODUCTO AGUA | 1 | CARGA PRODUCTO CATALIZADOR AGUA AL VASO |
| | | | 0 | NO ACCIONA NADA |
| | | | 2 | DESCARGA PRODUCTO AGUA AL ESTANQUE MEZCLADOR |
| S21 | MANUAL | SELECTOR VALVULAS DESCARGA COLA PREPARADA FINA Y GRUESA | 1 | DESCARGA PRODUCTO FINAL COLA GRUESA A ESTANQUE RESERVA COLA GRUESA |
| | | | 0 | NO ACCIONA NADA |
| | | | 2 | DESCARGA PRODUCTO FINAL COLA FINA A ESTANQUE RESERVA COLA FINA |
| S22 | MANUAL | HABILITA PARA QUE FUNCIONE SELECTOR S21 | 0 | DESABILITA FUNCIONAMIENTO SELECTOR S21 |
| | | | 1 | HABILITA FUNCIONAMIENTO SELECTOR S21 |
| S23 | MANUAL | SELECTOR MOTOR AGITADOR PREPARACION COLA (EST. MEZCLADOR) | 0 | DESACCIONA MOTOR AGITADOR ESTANQUE MEZCLA |
| | | | 1 | ACCIONA MOTOR AGITADOR ESTANQUE MEZCLA |

5.1.2 Esquema interior de los tableros

Considerando dimensiones reales de los dispositivos y bandejas sacadas de catálogo LEGRAND “Productos y sistemas para instalaciones eléctricas y redes informáticas”, mas las cantidades mínimas necesarias y plano de dispositivos dispuesto al interior a escala real, resulto un espacio mínimo a ocupar en el tablero A, equivalente a 98cm de alto y 69 cm ancho, por lo tanto cualquier tablero igual o superior a esas medidas será suficiente. Y para el tablero B el espacio mínimo a ocupar será de 28,5 cm de alto y 26 cm ancho.

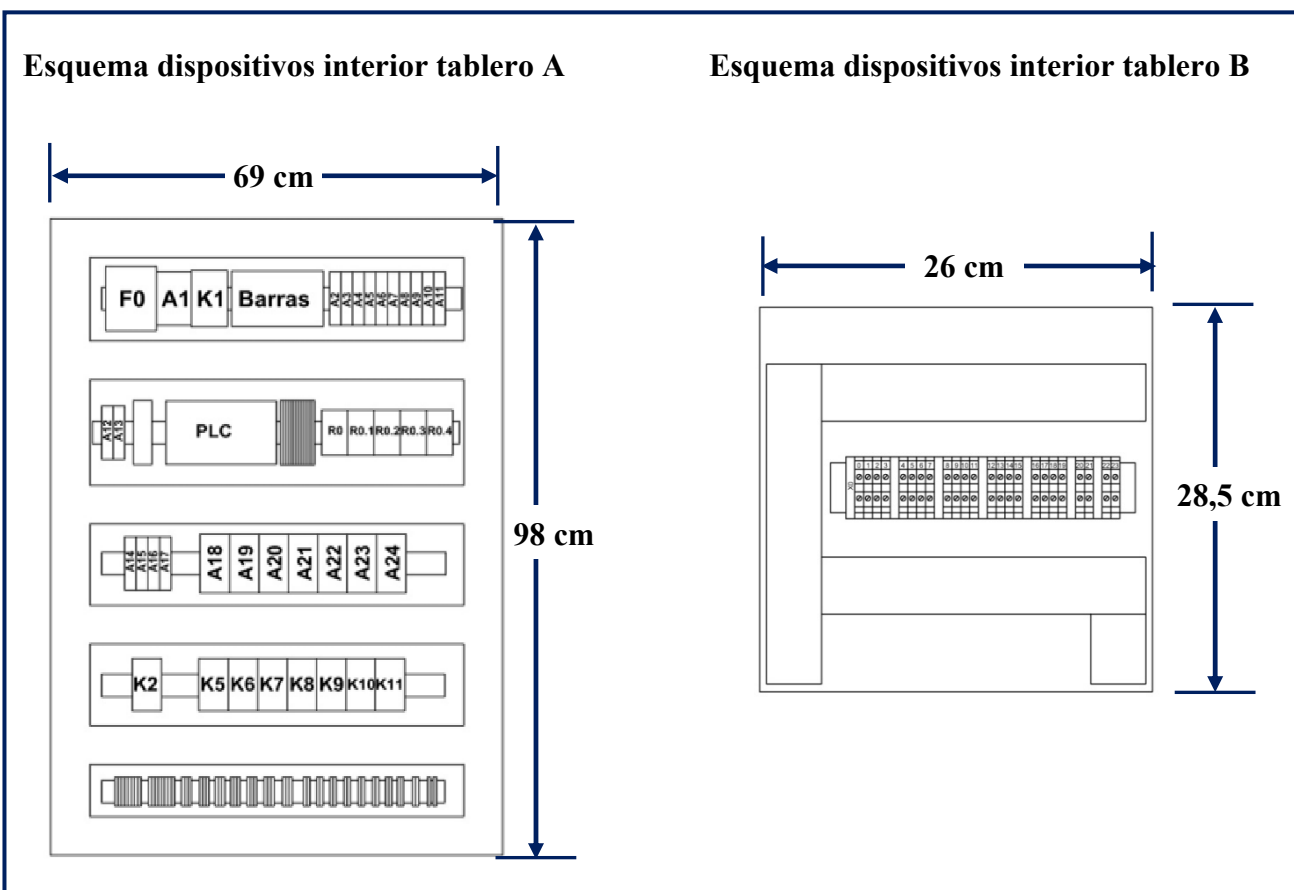


Figura 35. Esquema dimensiones tablero general (detalle A figura 26) y tablero preparación manual (detalle B figura 26)

Esquema interior tablero principal primer nivel (Detalle A figura 15)

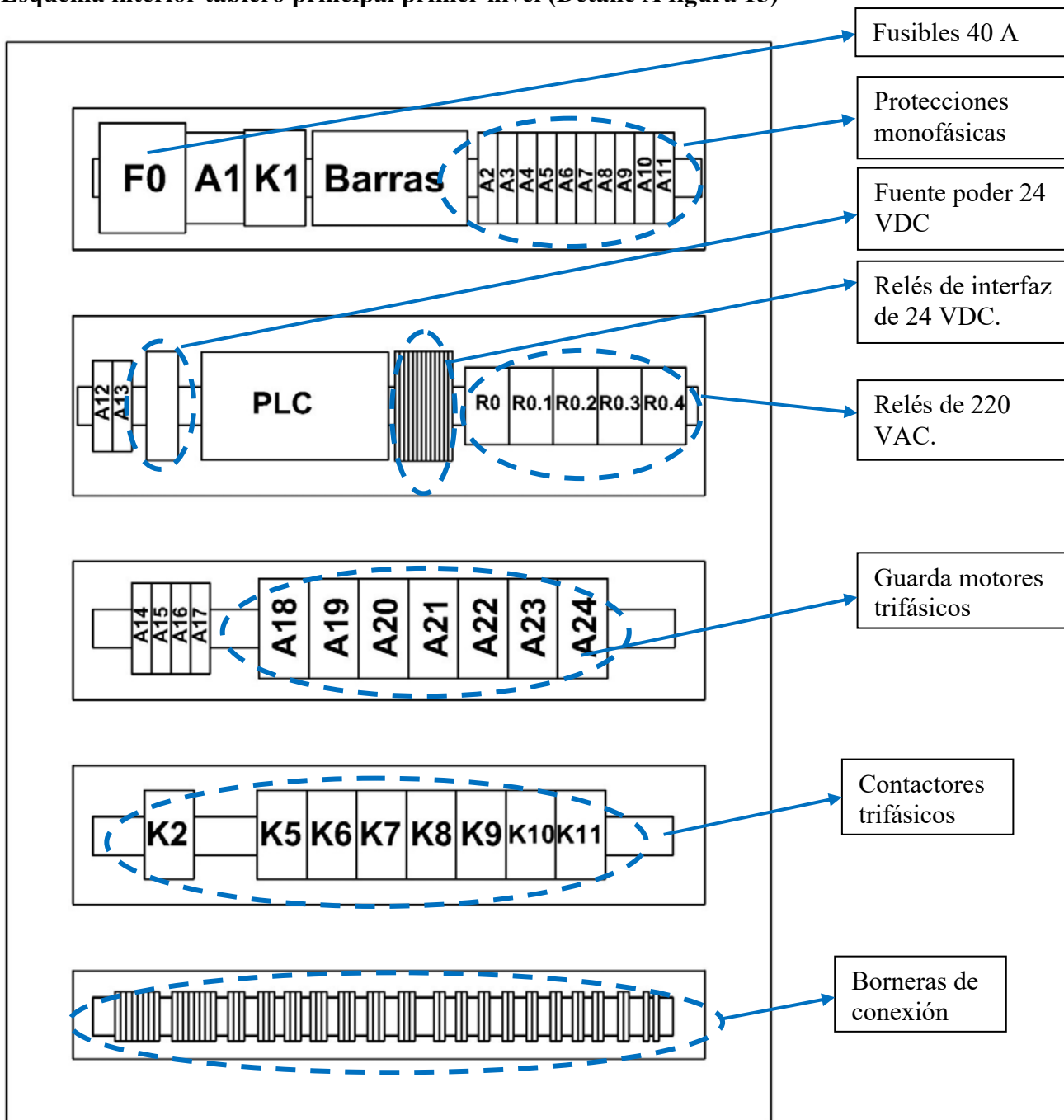
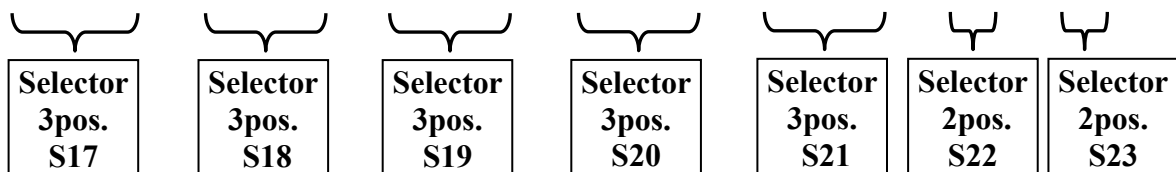
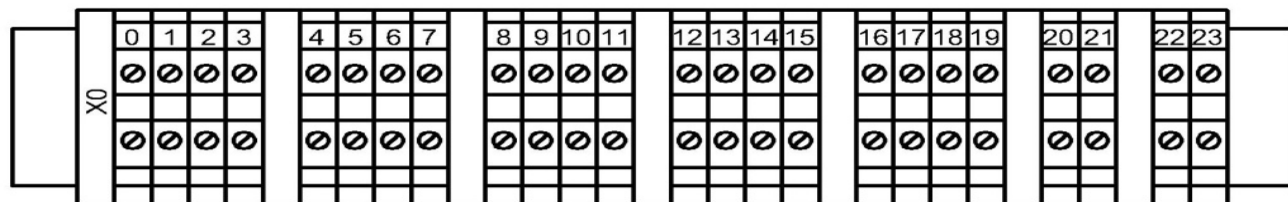
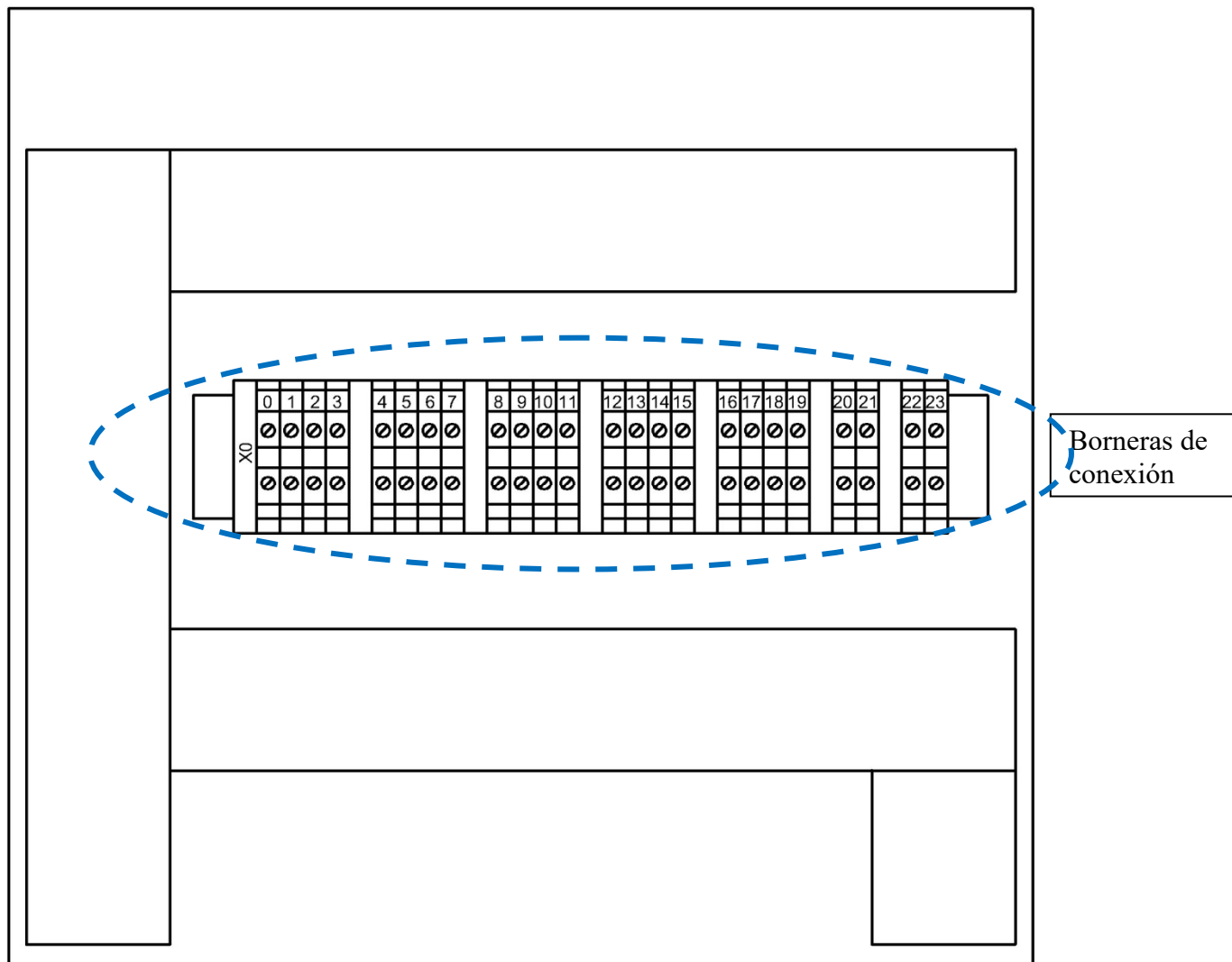


Figura 36. Esquema dispositivos dispuestos al interior del tablero principal (detalle A de figura 26)

Cuadro 13. Dispositivos tablero principal, sus Tag y sus descripciones

| TAG | DISPOSITIVO | CARGAS Y CIRCUITOS RELACIONADOS |
|------|---------------------------------|---|
| F0 | FUSIBLE TIPO gG 3x40A | PROTEGER ALIMENTADOR GENERAL Y CARGAS |
| A1 | INTERRUPTOR TRIFASICO 3x40A | PROTECCION GENERAL CARGAS TABLERO |
| K1 | CONTACTOR TRIFASICO | VOLTAJE DE FUERZA |
| A2 | INTERRUPTOR MONOFASICO 1x3A | CIRCUITO CONTROL FASE R |
| A3 | INTERRUPTOR MONOFASICO 1x3A | CIRCUITO CONTROL FASE S |
| A4 | INTERRUPTOR MONOFASICO 1x3A | CIRCUITO CONTROL FASE T |
| A5 | INTERRUPTOR MONOFASICO 1x16A | ENCUCHES |
| A6 | INTERRUPTOR MONOFASICO 1x3A | FUENTE PODER PLC |
| A7 | INTERRUPTOR MONOFASICO 1x3A | FUENTE PODER EXTERNA |
| A8 | INTERRUPTOR MONOFASICO 1x1A | SOLENOIDE VALVULA DE CARGA RESINA, BOBINA K3 Y LUZ PILOTO |
| A9 | INTERRUPTOR MONOFASICO 1x1A | SOLENOIDES VALVULA DE CARGA CATALIZADOR, BOMBA NEUMATICA Y LUZ PILOTO |
| A10 | INTERRUPTOR MONOFASICO 1x1A | SOLENOIDE VALVULA DE CARGA SECUESTRANTE, BOBINA K4 Y LUZ PILOTO |
| A11 | INTERRUPTOR MONOFASICO 1x1A | SOLENOIDE VALVULA DE CARGA AGUA Y LUZ PILOTO |
| A12 | INTERRUPTOR MONOFASICO 1x1A | SOLENOIDE VALVULA DE DESCARGA RESINA |
| A13 | INTERRUPTOR MONOFASICO 1x1A | SOLENOIDE VALVULA DE DESCARGA CATALIZADOR |
| A14 | INTERRUPTOR MONOFASICO 1x1A | SOLENOIDE VALVULA DE DESCARGA SECUESTRANTE |
| A15 | INTERRUPTOR MONOFASICO 1x1A | SOLENOIDE VALVULA DE DESCARGA AGUA |
| A16 | INTERRUPTOR MONOFASICO 1x1A | SOLENOIDE VALVULA DESCARGA COLA FINA |
| A17 | INTERRUPTOR MONOFASICO 1x1A | SOLENOIDE VALVULA DESCARGA COGA GRUESA |
| A18 | INTERRUPTOR TRIFASICO 3x4A | MOTOR AGITADOR EMULSION |
| A19 | INTERRUPTOR TRIFASICO 3x4A | MOTOR AGITADOR TINTA |
| A20 | INTERRUPTOR TRIFASICO 3x4A | MOTOR AGITADOR CATALIZADOR |
| A21 | INTERRUPTOR TRIFASICO 3x4A | MOTOR AGITADOR COLA |
| A22 | INTERRUPTOR TRIFASICO 3x4A | MOTOR AGITADOR COLA FINA |
| A23 | INTERRUPTOR TRIFASICO 3x4A | MOTOR AGITADOR COLA GRUESA |
| A24 | INTERRUPTOR TRIFASICO 3x4A | MOTOR BOMBA TINTA |
| K2 | CONTACTOR TRIFASICO 3x9A | VOLTAJE CONTROL |
| K3 | CONTACTOR TRIFASICO 3x9A | BOMBA CARGA RESINA |
| K4 | CONTACTOR TRIFASICO 3x9A | BOMBA CARGA SECUESTRANTE |
| K5 | CONTACTOR TRIFASICO 3x9A | MOTOR AGITADOR EMULSION |
| K6 | CONTACTOR TRIFASICO 3x9A | MOTOR AGITADOR TINTA |
| K7 | CONTACTOR TRIFASICO 3x9A | MOTOR AGITADOR CATALIZADOR |
| K8 | CONTACTOR TRIFASICO 3x9A | MOTOR AGITADOR COLA F/G |
| K9 | CONTACTOR TRIFASICO 3x9A | MOTOR AGITADOR COLA FINA |
| K10 | CONTACTOR TRIFASICO 3x9A | MOTOR AGITADOR COLA GRUESA |
| K11 | CONTACTOR TRIFASICO 3x9A | MOTOR BOMBA TINTA |
| R0 | RELE CONTROL 220 V | HABILICA COMANDOS DE CONTROL EN MODO MANUAL |
| R0.1 | RELE CONTROL 220 V | CONDICION DE SEGURIDAD CIRCUITO DE CONTROL MODO MANUAL FASE R |
| R0.2 | RELE CONTROL 220 V | CONDICION DE CIRCUITO DE CONTROL MODO MANUAL FASE S |
| R0.3 | RELE CONTROL 220 V | CONDICION DE CIRCUITO DE CONTROL MODO MANUAL FASE S |
| R0.4 | RELE CONTROL 220 V | CONDICION DE CIRCUITO DE CONTROL MODO MANUAL FASE T |

Esquema interior tablero preparación cola manual (Detalle B figura 15)



6. PLANOS DE CONTROL Y FUERZA

Los siguientes planos de control integran los respectivos tag de los dispositivos, como contactores, relés, selectores y borneras, como también numeración de conexionado en cada uno de ellos. Esto con la finalidad de dejar establecido cada conexionado que debe realizarse en cada uno de los dispositivos de control al interior del tablero, completamente definido, para que cualquier técnico especialista en conexionado pueda tomar los planos como guía y pueda ejecutar dichos circuitos ya definidos.

Se darán a conocer los planos de control por separado según los dispositivos encargados de:

- 1.- Plano control tensión de control. El control de la tensión de control con selector y contactor.
- 2.- Plano control cargas de productos. Se encuentran los circuitos control de los dispositivos encargados de cargar los 4 vasos con productos.
- 3.- Plano de control descarga de los productos. Se encuentran los circuitos control de los dispositivos encargados de descargar los 4 vasos con productos a estanque mezclador.
- 4.- Plano de control de motores agitadores y válvulas de descarga producto terminado. Se encuentran los circuitos de control de los motores agitadores del estanque de mezclado, cola fina y cola gruesa, de las válvulas de descarga cola fina y gruesa.
- 5.- Plano control motores agitadores y bomba tinta. Finalmente en un quinto plano el cual integra los circuitos de control de los motores agitadores de emulsión, tinta y catalizador y bomba de tinta.
- 6.- El plano de fuerza unilineal, comprenderá la distribución de la energía eléctrica trifásica para los distintos equipos involucrados en el proyecto. La distribución eléctrica debe distribuirse en función de las protecciones generales y específicas de las distintas cargas.

6.1 Plano control tensión de control. El control de la tensión de control con selector y contactor

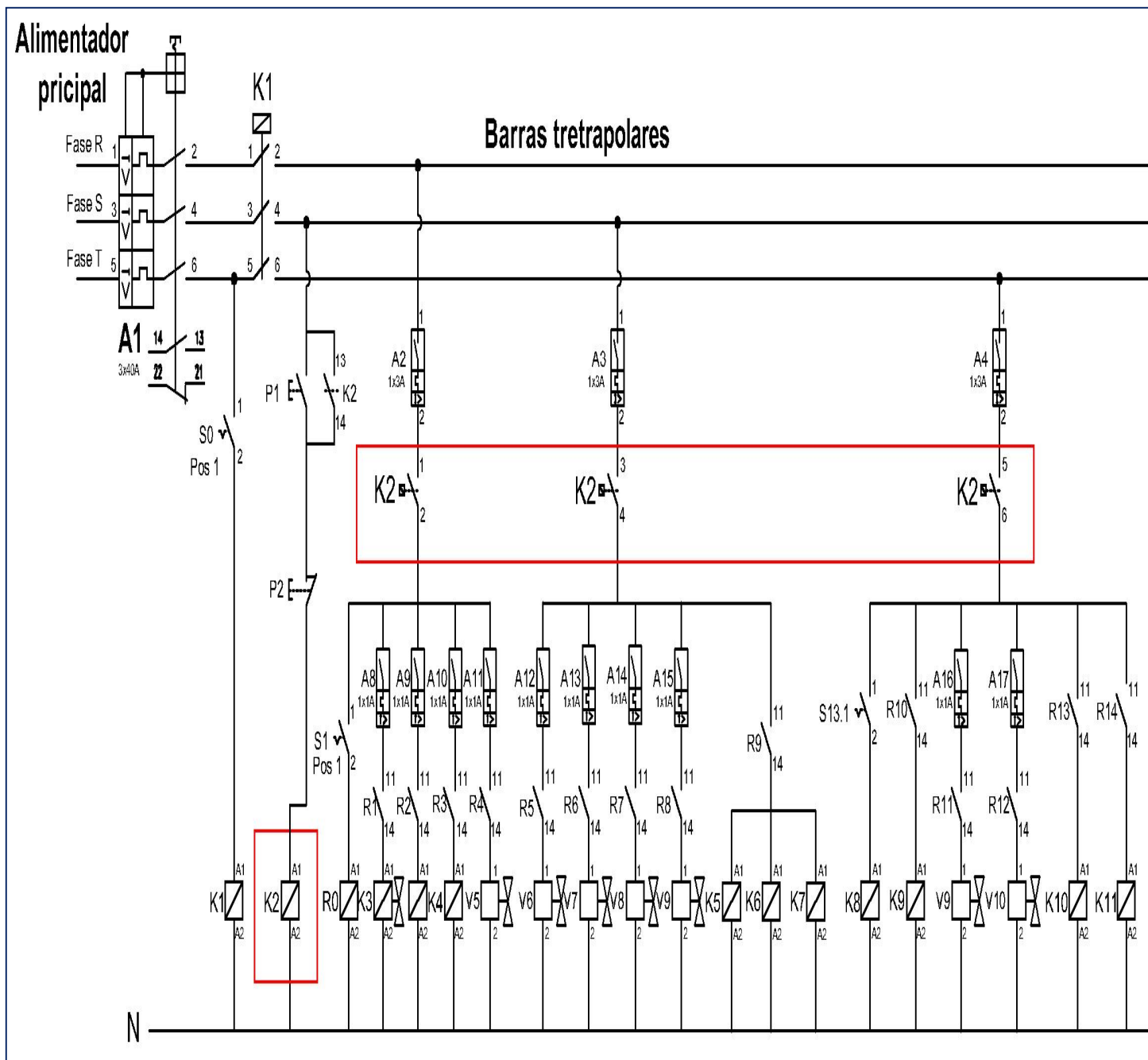


Figura 38. Plano control tensión de control

6.2 Plano control cargas de productos. Se encuentran los circuitos control de los dispositivos encargados de cargar los 4 vasos con productos.

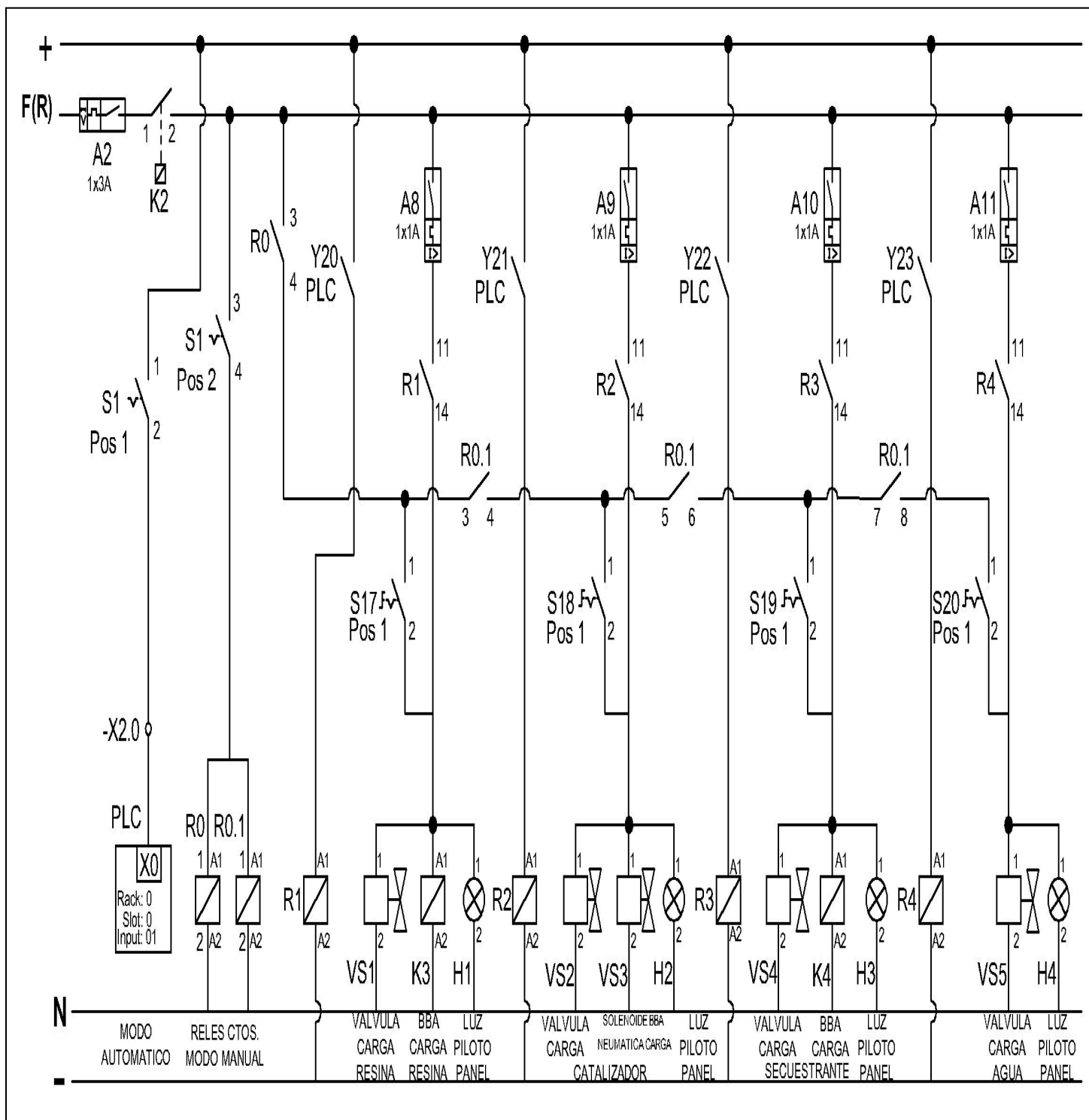


Figura 39. Plano control dispositivos de carga productos

6.3 Plano de control descarga de los productos.

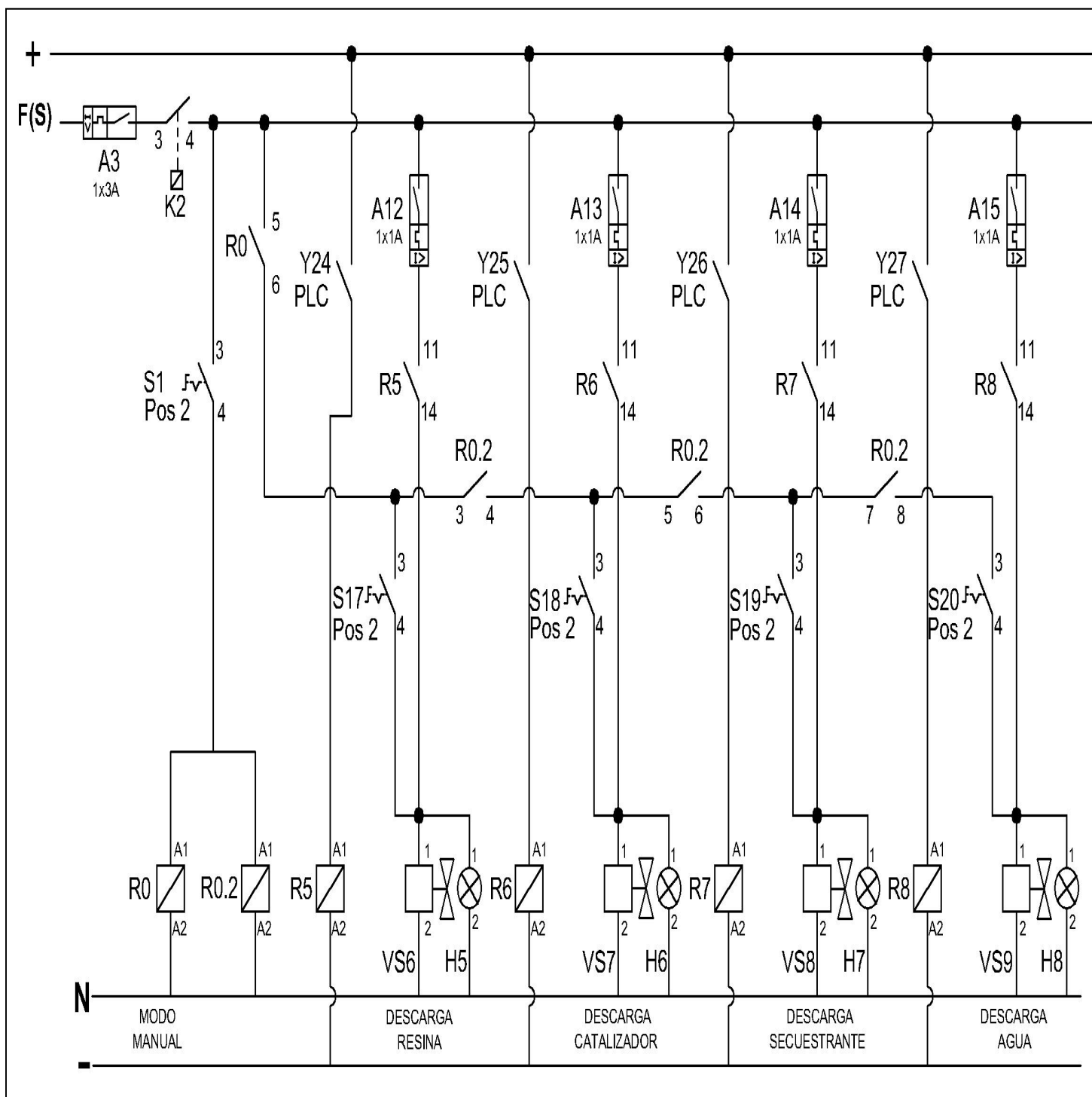


Figura 40. Plano control dispositivos de descarga productos

6.4 Plano de control de motores agitadores y válvulas de descarga producto terminado.

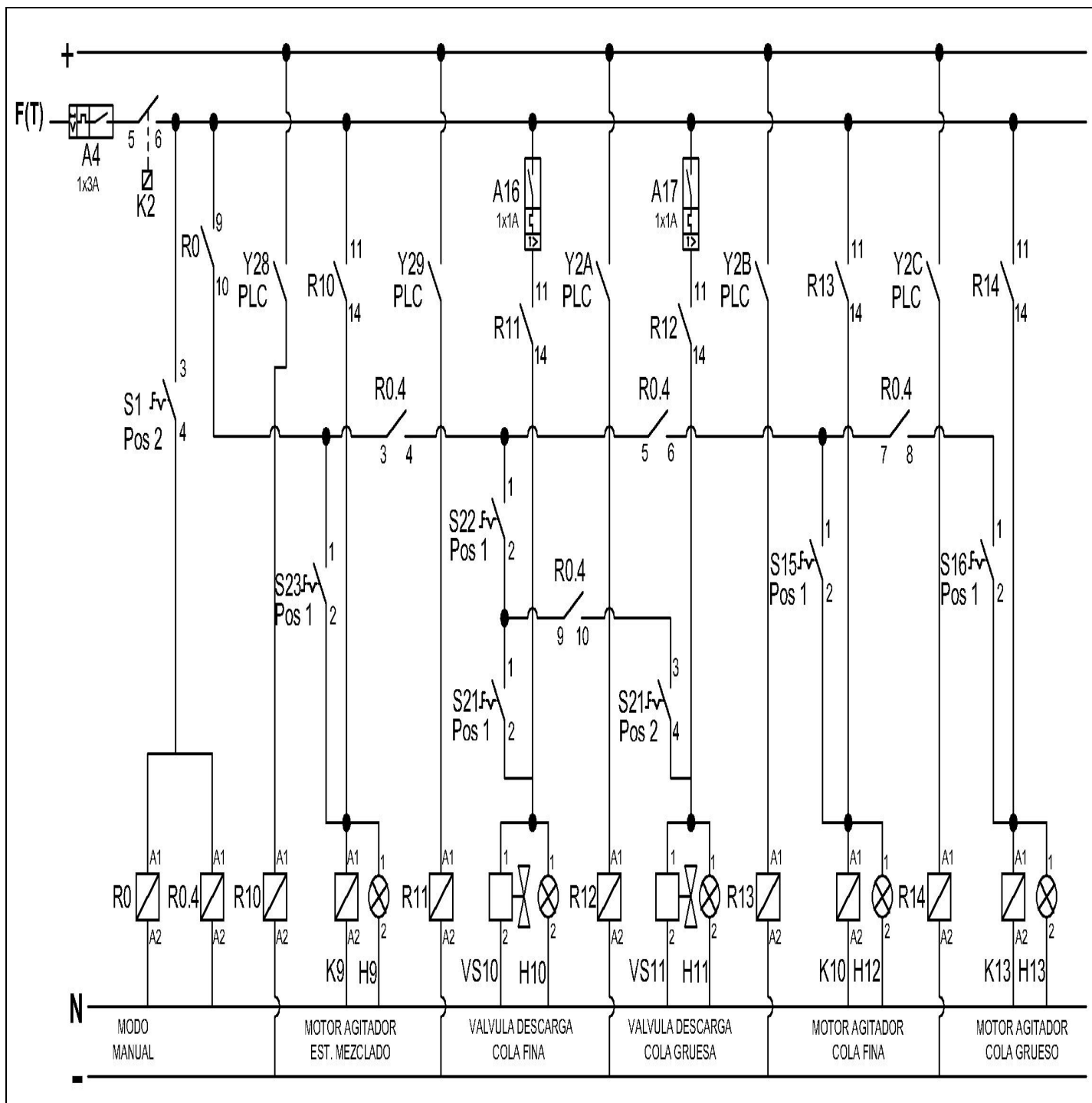


Figura 41. Plano control dispositivos de descarga cola fina y gruesa y motores agitadores

6.5 Plano control motores agitadores y bomba tinta.

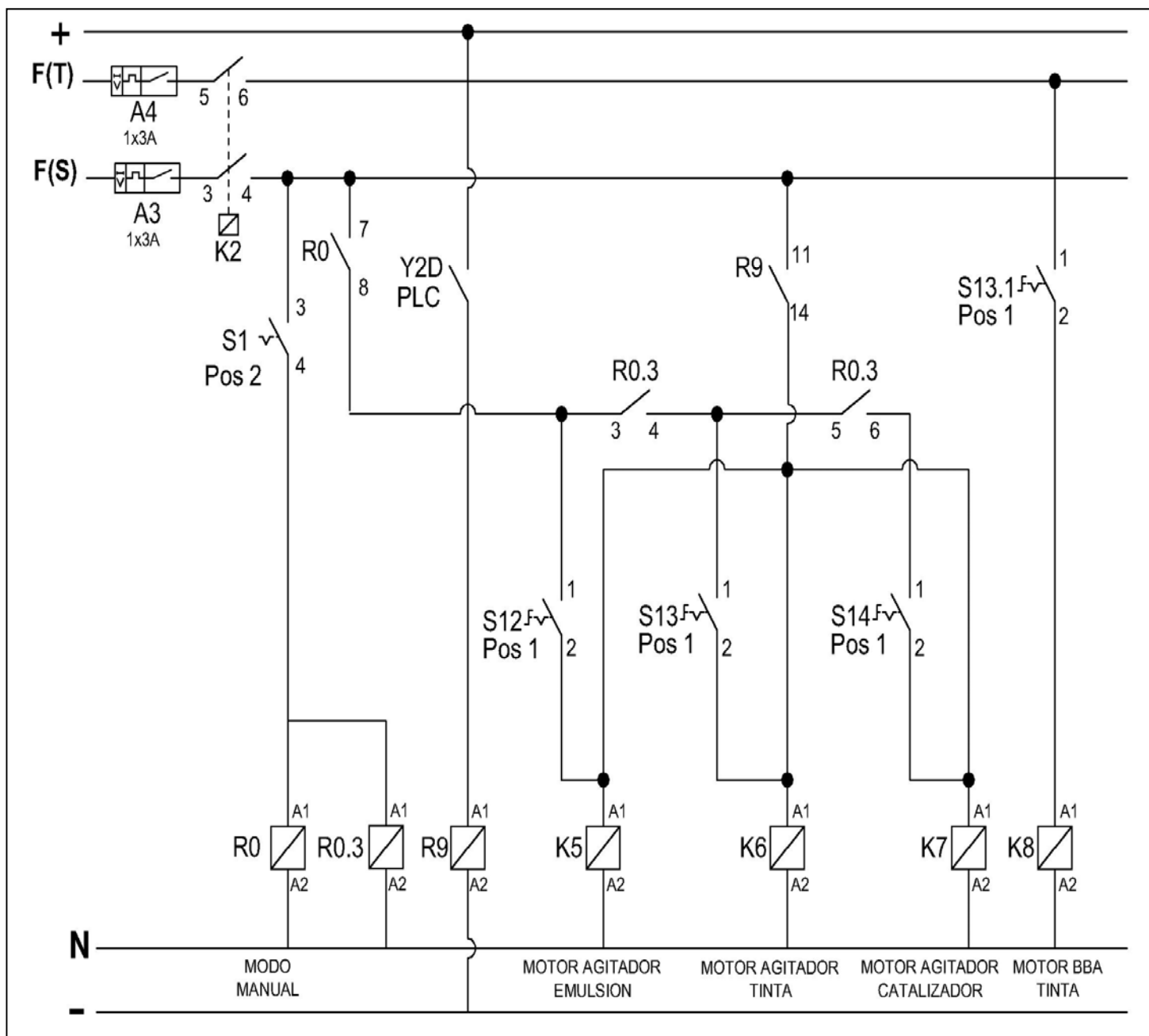
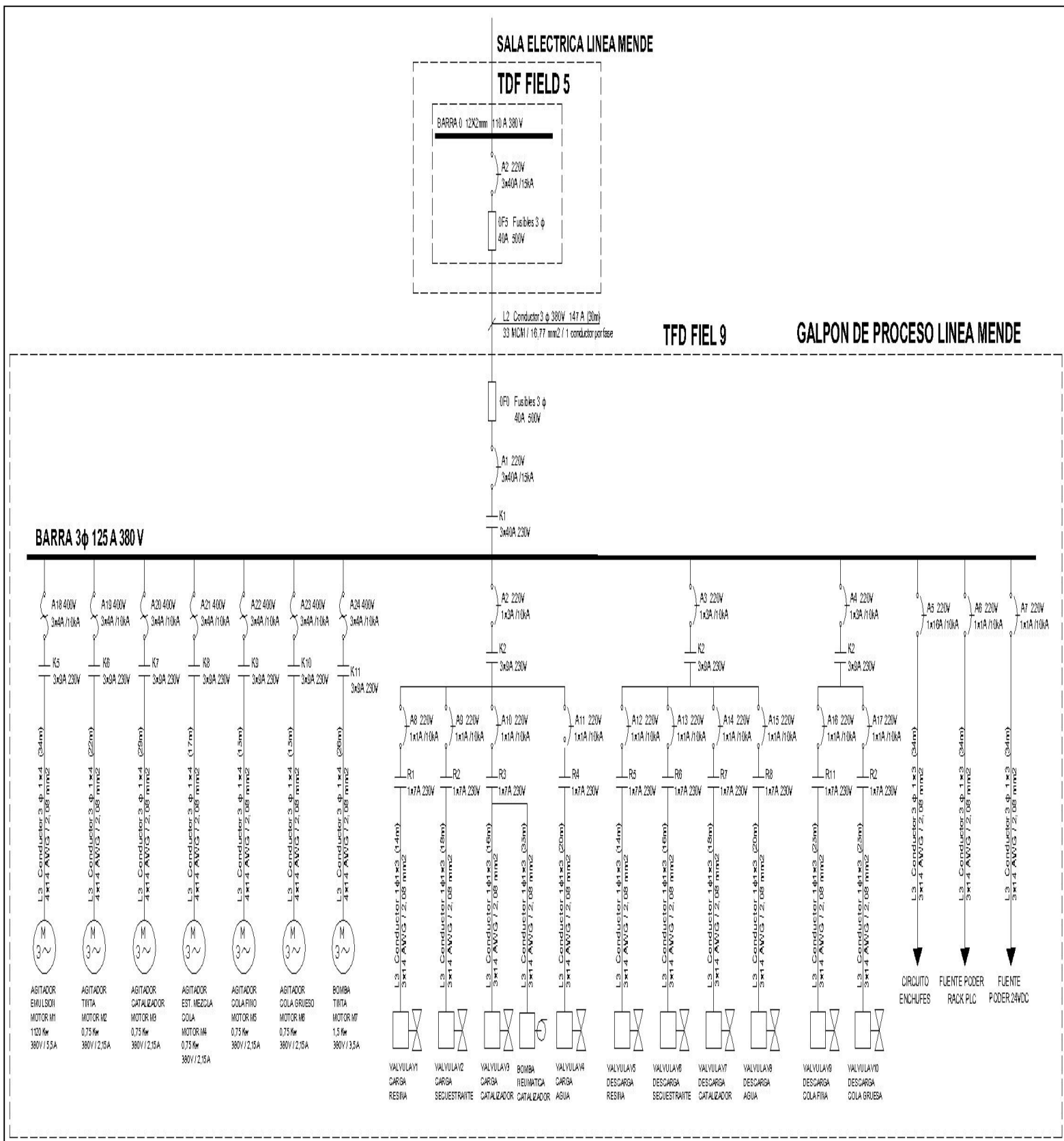


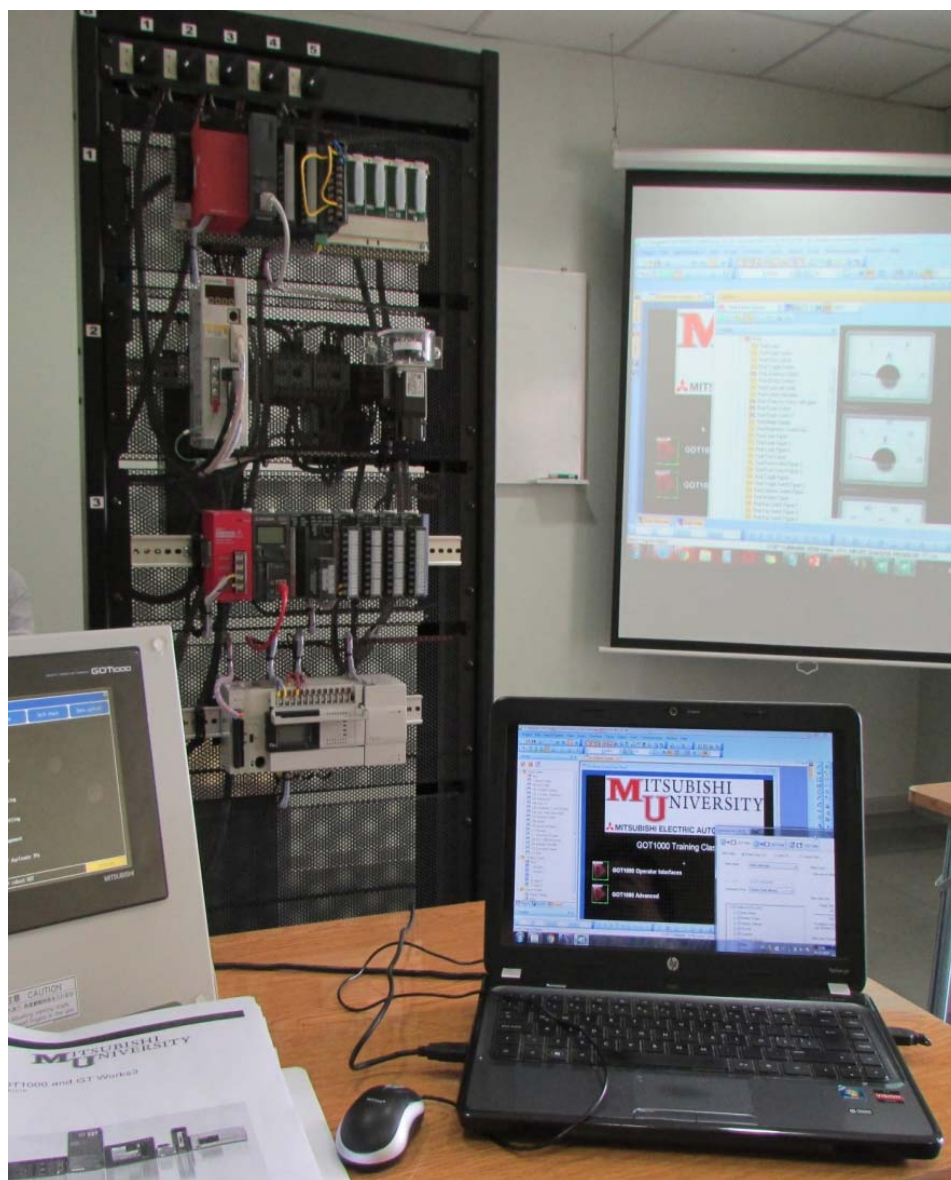
Figura 42. Plano control motores agitadores y bomba tinta

6.6 Plano unilineal (mejor visualización en anexos planos)



7. PROGRAMACION PLC NUEVO SISTEMA CONTROL

El programa se estructurara de la forma más eficiente y clara, considerando condiciones lógicas de operación y condiciones de seguridad para el proceso. El programa se realizo en el Software de programación MESOLFT Series GX Works 2 de la marca de PLC industrial Mitsubishi Serie iQ y Q. El programa invulnerable a ciertas situaciones de cambio de operación durante su ejecución o en proceso mismo de la preparación de la cola. El programa tomo bastante tiempo estructurarlo, ya que eran bastante las condiciones lógicas.



7.1 Etapas secuencia automática preparación cola fina y gruesa

Se considera etapas directamente ligadas al control automático de la secuencia de la preparación de cola fina y gruesa que actualmente se ejecutan, sin considerar a motores agitadores de cola fina y gruesa.

Etapas de la secuencia preparación cola fina

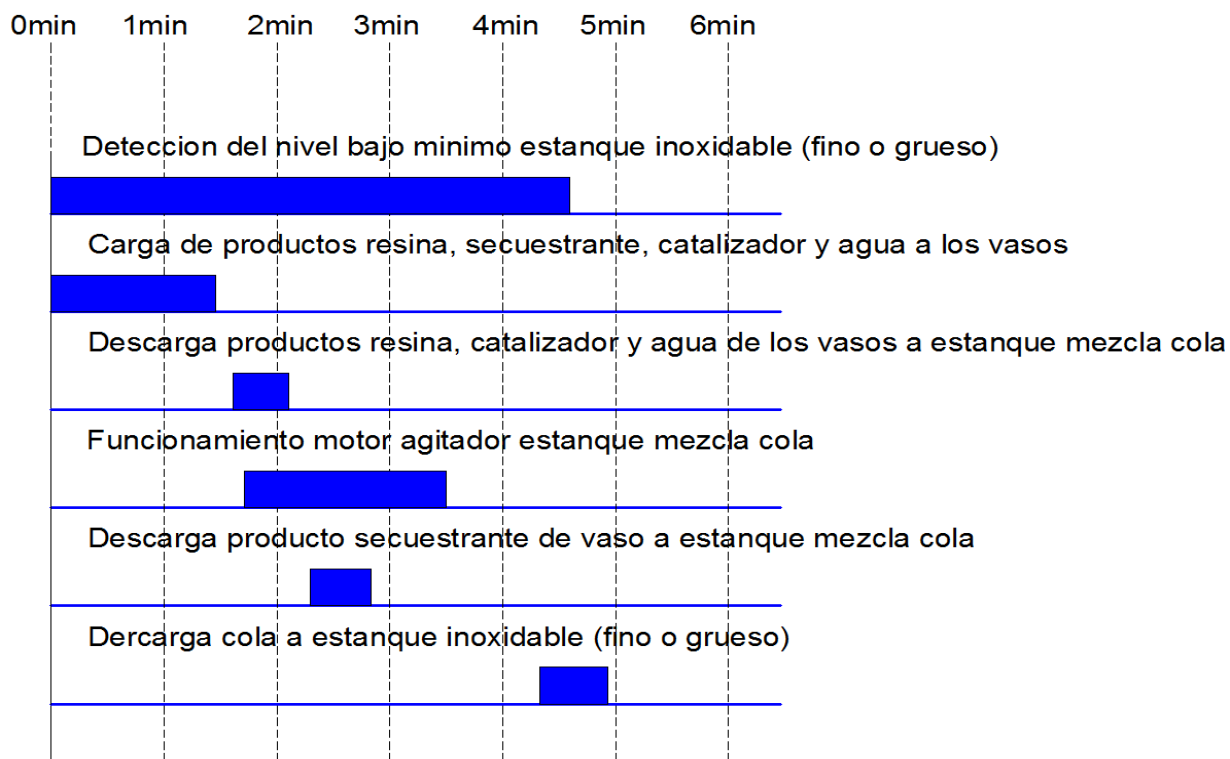
- 1.- Detección nivel inferior al mínimo en estanque cola fina.
- 2.- Carga de productos resina, secuestrante, catalizador y agua.
- 3.- Descarga de producto resina, catalizador y agua.
- 4.-Funcionamiento motor agitador estanque mezclador cola.
- 5.- Descarga de producto secuestrante.
- 6.-Mezcla de productos en estanque mezclador cola.
- 7.-Descarga a estanque cola fina.
- 8.-No funcionamiento motor agitador estanque mezclador.

Etapas de la secuencia preparación cola gruesa

- 1.- Detección nivel inferior al mínimo en estanque cola gruesa.
- 2.- Carga de productos resina, secuestrante y catalizador.
- 3.- Descarga de producto resina, catalizador.
- 4.-Funcionamiento motor agitador estanque mezclador cola.
- 5.- Descarga de producto secuestrante.
- 6.-Mezcla de productos en estanque mezclador cola.
- 7.-Descarga a estanque cola gruesa.
- 8.-No funcionamiento motor agitador estanque mezclador.

Diagrama de tiempo proceso cocina cola línea aglomerado

Los tiempos para la preparación fina y gruesa, son muy similares, con diferencias de segundos. En base a este estudio se tomaran los tiempos para conformar condiciones de seguridad que nos reflejen anomalías o condiciones inusuales respecto al comportamiento normal de las secuencias de preparación y específicamente lo que tardan desde el inicio y final, producto ya terminado.



Como se podrá notar en el diagrama, el tiempo que demora cada proceso de preparación de cola fina o gruesa no supera los 5 min.

7.2 Direcciones físicas entradas y salidas físicas

Direcciones entradas físicas selectores en PLC

Ahora cada uno de los dispositivos electromecánicos o electrónicos que influyen en la lógica de control, no abrirán o cerraran distintas partes de la estructura lógica de circuitos de control actualmente utilizada, sino mas bien en el caso de los dispositivos electromecánicos abrirán o cerraran circuitos energizados directamente con 24 VDC, a puntos de entradas de los módulos digitales. A continuación las direcciones físicas de entradas en las cuales se conectaran cada uno de los dispositivos electromecánicos.

Cuadro 14. Descripción direcciones entradas físicas digitales PLC

| DISPOSITIVO DE ENTRADA | POS. SELECTOR | FUNCIONALIDAD | DIRECCION FISICA ENTRADA DIGITAL PLC |
|---|---------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| SELECTOR PRINCIPAL | 1 | MODO AUTOMATICO | X0 |
| | 0 | AUTOMATICO PARCIAL | |
| | 2 | MODO MANUAL | |
| SELECTOR FORMULA 1 Permite preparar cola fina en modo aut. | 0 | NO PREPARACION FINO | |
| | 1 | PREPARACION FINO | X1 |
| | START | APURAR PREPARACION FINO | X2 |
| SELECTOR FORMULA 2 Permite preparar cola gruesa en modo aut. | 0 | NO PREPARACION GRUESO | |
| | 1 | PREPARACION GRUESO | X3 |
| | START | APURAR PREPARACION GRUESO | X4 |
| SELECTOR RESINA EN PREP. FINO | 0 | SIN RESINA EN PREP. FINO | |
| | 1 | CON RESINA EN PREP. FINO | X5 |
| SELECTOR SECUESTRAnte EN PREP. FINO | 0 | SIN SECUESTRAnte EN PREP. FINO | |
| | 1 | CON SECUESTRAnte EN PREP. FINO | X6 |
| SELECTOR CATALIZADOR EN PREP. FINO | 0 | SIN CATALIZADOR EN PREP. FINO | |
| | 1 | CON CATALIZADOR EN PREP. FINO | X7 |
| SELECTOR AGUA EN PREP. FINO | 0 | SIN AGUA EN PREP. FINO | |
| | 1 | CON AGUA EN PREP. FINO | X8 |
| SELECTOR RESINA EN PREP. GRUESO | 0 | SIN RESINA EN PREP. GRUESO | |
| | 1 | CON RESINA EN PREP. GRUESO | X9 |
| SELECTOR SECUESTRAnte EN PREP. GRUESO | 0 | SIN SECUESTRAnte EN PREP. GRUESO | |
| | 1 | CON SECUESTRAnte EN PREP. GRUESO | XA |
| SELECTOR CATALIZADOR EN PREP. GRUESO | 0 | SIN CATALIZADOR EN PREP. GRUESO | |
| | 1 | CON CATALIZADOR EN PREP. GRUESO | XB |
| SELECTOR AGUA EN PREP. GRUESO | 0 | SIN AGUA EN PREP. GRUESO | |
| | 1 | CON AGUA EN PREP. GRUESO | XC |

Direcciones físicas entradas PLC sensores analógicos de nivel

Actualmente se encuentran sensores de nivel tipo varillas, en los cuales el relé de nivel es el cual cumple la función de abrir o cerrar contactos secos, en función si hay o no líquido entre varilla medidora y varilla común, abriendo y cerrando distintas partes de la lógica del circuito de control. Con el nuevo concepto de medición, esto ya no se tratará de una medición discreta resultando en solo la apertura o cerrado de circuitos, sino más bien de una señal analógica permanente proporcional a la altura del nivel del fluido en el interior de los vasos o estanques, señales (de 4 a 20 mA) que recaerán a los puntos de conexión de las entradas del módulo analógico que se dispondrá en el Rack, en uno de los Slot. A continuación se describirán donde irán conectadas las señales analógicas de cada uno de los sensores al módulo.

Cuadro 15. Descripción direcciones entradas físicas análogas PLC

| ITEM | TAG | DISPOSITIVO DE ENTRADA | DIRECCION FISICA ENTRADA ANALOGICA PLC | REGISTRO PROGRAMA |
|------|-----|------------------------------|--|-------------------|
| 1 | LT1 | SENSOR DE NIVEL RESINA | X10 | D1 |
| 2 | LT2 | SENSOR DE NIVEL SECUESTRANTE | X11 | D2 |
| 3 | LT3 | SENSOR DE NIVEL CATALIZADOR | X12 | D3 |
| 4 | LT4 | SENSOR DE NIVEL AGUA | X13 | D4 |
| 5 | LT5 | SENSOR DE NIVEL MEZCLADOR | X14 | D5 |
| 6 | LT6 | SENSOR DE NIVEL COLA FINA | X15 | D6 |
| 7 | LT7 | SENSOR DE NIVEL COLA GRUESA | X16 | D7 |

Direcciones salidas físicas motores y válvulas en PLC

Actualmente luego de pasar por una serie de circuitos de lógica de control, llega a la bobina del contactor encargado de cerrar o abrir el voltaje de alimentación del equipo actuador, sea un motor o válvula. Para el futuro proyecto solo vasta conectar un punto de conexión de salida física del modulo digital a un relé de interfaz de 25 VDC y luego a su vez este cerrar en su contacto NA, los 220 VAC de la bobina o bobinas de los contactores correspondientes a los distintos actuadores. A continuación de describirán las salidas y sus correspondientes actuadores.

Cuadro 16. Descripción direcciones salidas físicas digitales PLC

| ITEM | TAG | DESCRIPCION DISPOSITIVO | DIRECCION FISICA SALIDA DIGITAL PLC |
|------|-------------|---|-------------------------------------|
| 1 | M1 y V1 | BOMBA Y VALVULA CARGA RESINA | Y20 |
| 2 | M3 y V3 | BOMBA Y VALVULA CARGA VASO CATALIZADOR | Y21 |
| 3 | M2 y V2 | BOMBA Y VALVULA CARGA VASO SECUESTRANTE | Y22 |
| 4 | V4 | VALVULA DE CARGA VASO AGUA | Y23 |
| 5 | V5 | VALVULA DE DESCARGA RESINA | Y24 |
| 6 | V7 | VALVULA DE DESCARGA CATALIZADOR | Y25 |
| 7 | V6 | VALVULA DE DESCARGA SECUESTRANTE | Y26 |
| 8 | V8 | VALVULA DE DESCARGA AGUA | Y27 |
| 9 | M4 | MOTOR AGITADOR ESTANQUE MEZCLA | Y28 |
| 10 | V9 | VALVULA DESCARGA ESTANQUE COLA FINA | Y29 |
| 11 | V10 | VALVULA DESCARGA ESTANQUE COLA GRUESA | Y2A |
| 12 | M5 | MOTOR AGITADOR ESTANQUE RESERVA COLA FINA | Y2B |
| 13 | M6 | MOTOR AGITADOR ESTANQUE RESERVA COLA GRUESA | Y2C |
| 14 | M7, M8 y M9 | MOTORES AGITADORES: EMULSION, TINTA Y CATALIZADOR | Y2D |

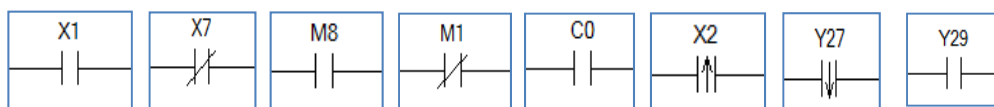
7.3 Descripción memorias

| BIT | DESCRIPCION FUNCIONALIDAD |
|-----|--|
| M1 | bit condición preparación cola fina por pedido automático |
| M2 | Bit condición preparación cola fina por pedido forzado |
| M3 | Bit condición inicio de carga productos preparación cola fina |
| M4 | Bit permanencia preparación cola fina |
| M5 | Bit deshabilita Energización permanente de bits M3 y M4 hasta termino de preparación cola fina |
| M6 | Bit condición preparación cola gruesa por pedido automático |
| M7 | Bit condición preparación cola gruesa por pedido forzado |
| M8 | Bit condición inicio de carga productos preparación cola gruesa |
| M9 | Bit permanencia preparación cola gruesa |
| M10 | Bit deshabilita Energización permanente de bits M8 y M9 hasta termino de preparación cola gruesa |
| M11 | Bit condición de detención de carga productos por anomalía o desactivación de receta durante preparación de cola gruesa o fina |
| M12 | Bit condición deshabilita volver a cargar productos una vez lo haya hecho en preparación cola fina |
| M13 | Bit condición deshabilita volver a cargar productos una vez lo haya hecho en preparación cola gruesa |
| M14 | Bit condición evita estados logicos activos y efectos en caso de que en modo automático entra receta fina sin ningún producto habilitado |
| M15 | Bit condición evita estados lógicos activos y efectos en caso de que en modo automático entra receta grueso sin ningún producto habilitado |
| M16 | Bit continuación de circuito ladder preparación cola fina |
| M17 | Bit continuación de circuito ladder preparación cola gruesa |
| M18 | Bit continuación de circuito ladder preparación cola gruesa |
| M19 | Bit condición de descarga de vasos en preparación cola fina o gruesa |

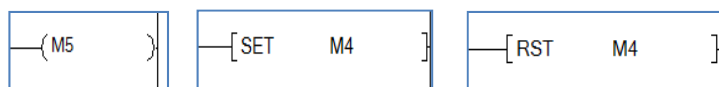
7.4 Instrucciones utilizadas

Las instrucciones ocupadas para la realización del programa son instrucciones básicas tales como:

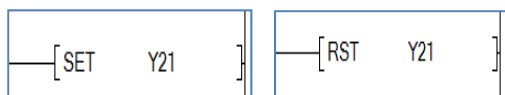
- 1) Contacto entrada física, virtual, salida, contador NA y NC, y activación por pulso flanco subida y bajada.



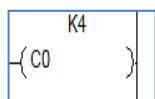
- 2) Salidas virtuales activación estado conector, set y reset (memorias)



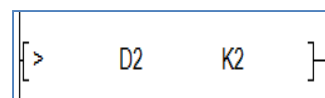
- 3) Salidas físicas, set y reset.



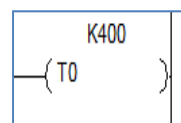
- 4) Contador



- 5) Comparadores (variables analógicas y constantes)



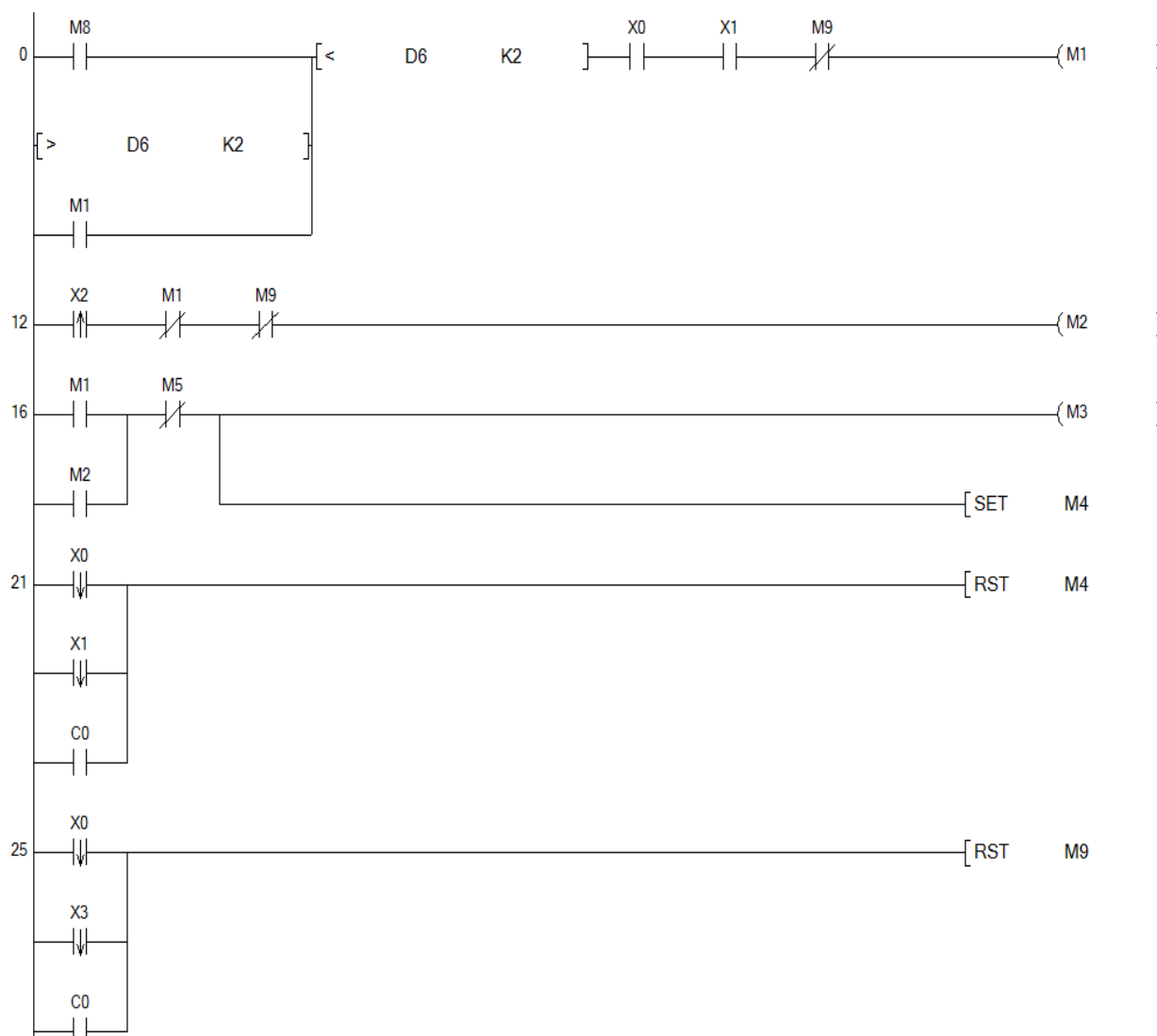
- 6) Temporizador



7.5 Programa lenguaje Ladder software Melsoft Series GX Works 2 marca de PLC industrial Mitsubishi Serie iQ y Q

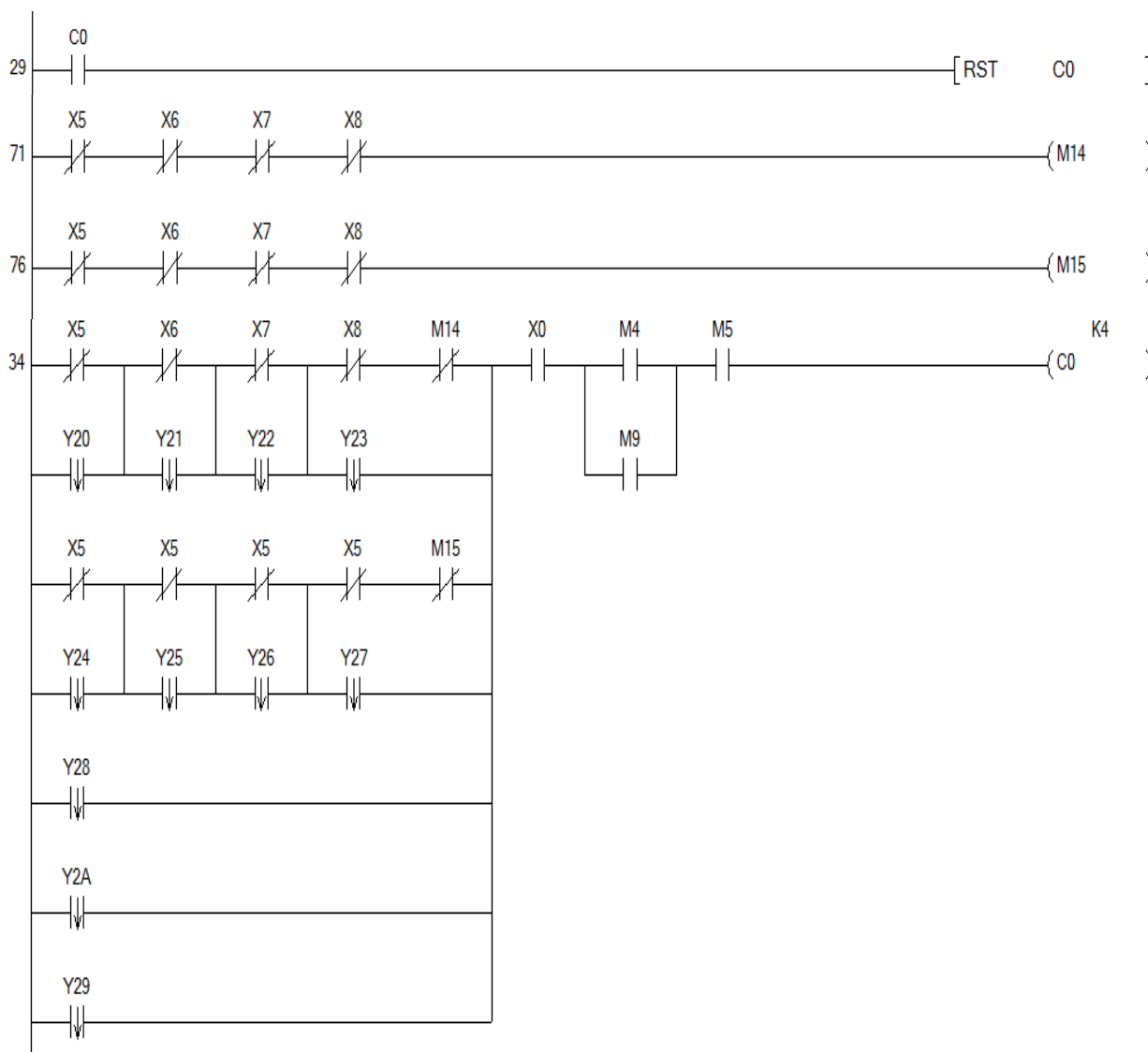
7.5.1 Programa condición para preparación cola fina

En estas escaleras se encuentran básicamente la lógica de activación y desactivación de los bits de pedido de cola fina, donde el M3 es un bit activo solo en un principio de la preparación, pero el M4 es un bit que permanece activo durante todo el proceso de la preparación de la cola hasta su término, todo esto mientras la secuencia no sea interrumpida por algún cambio en la modalidad de control, receta o ingredientes. La finalidad es tener bit que resuman una serie de condiciones relacionadas con la preparación de cola fina, permitiendo no tener que repetir en el resto del programa la estructura mostrada abajo por más de una vez.



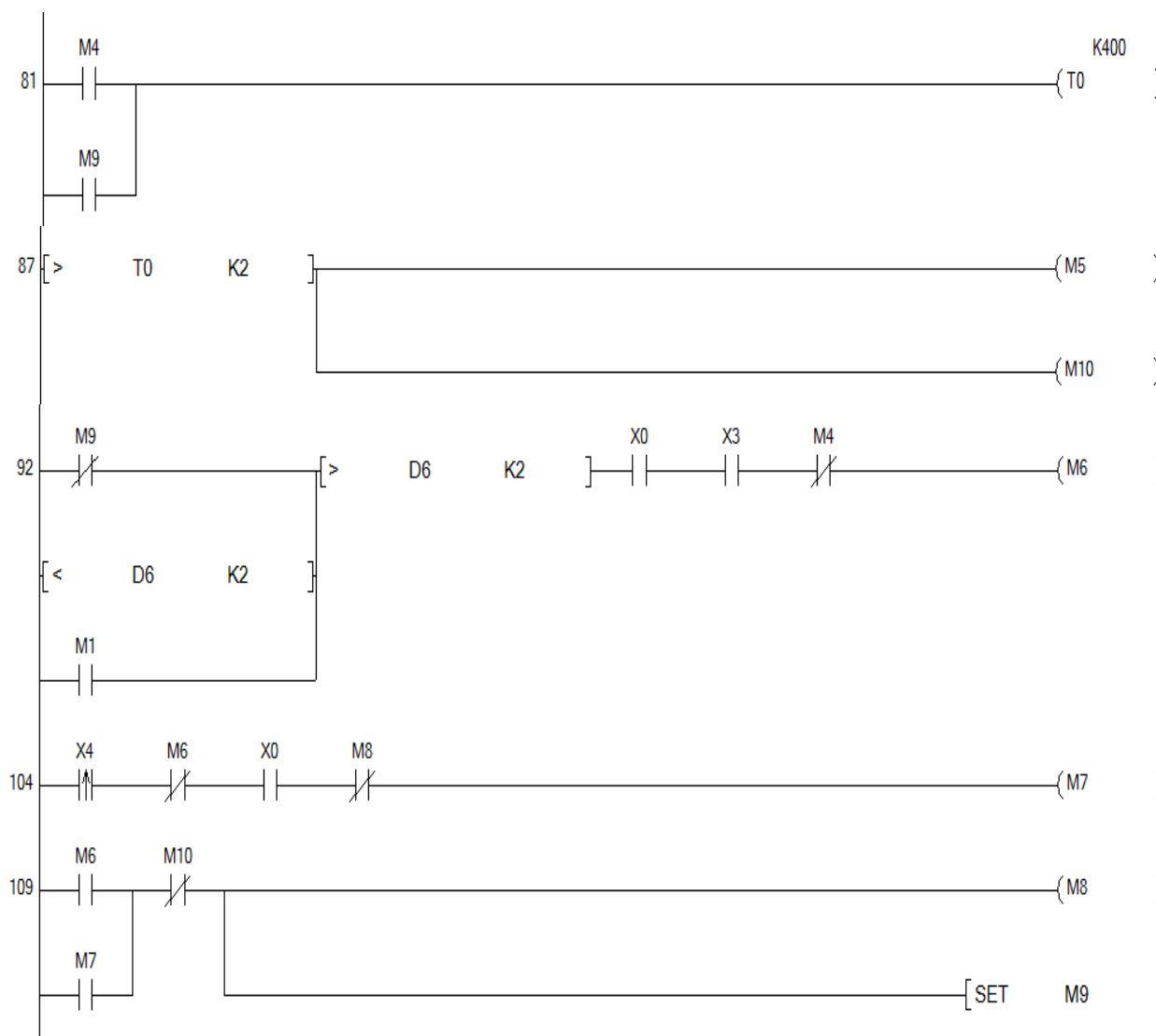
7.5.2 Programación condición finalización reseteo de bits preparación cola fina y gruesa

En esta estructura de programa básicamente tiene como objetivo contabilizar las etapas de la preparación de cola fina o gruesa (4 etapas), para una vez terminada la preparación, se active el contador seteado en 4 eventos, generando el reseteo de los bit M4 y M9, los cuales permanecen activos durante la preparación hasta la etapa final gracias al contador. También en caso de que el operador deje habilitada una receta pero sin ningún producto activo, podría generar por error un conteje, situación que evita el bit M14 y M15.



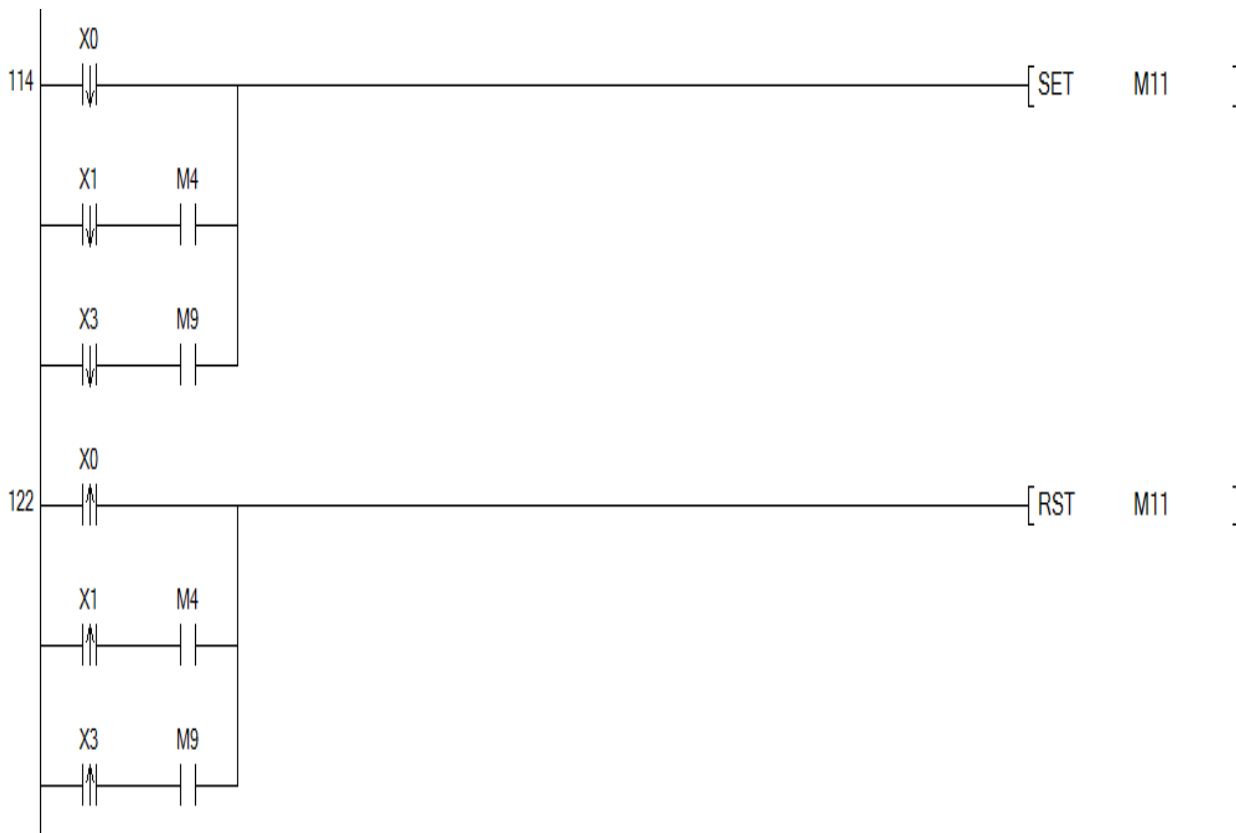
7.5.3 Programa condición para preparación cola gruesa

En estas escaleras se encuentran básicamente la lógica de activación y desactivación de los bits de pedido de cola fina, donde el M8 es un bit activo solo en un principio de la preparación, pero el M9 es un bit que permanece activo durante todo el proceso de la preparación de la cola gruesa hasta su término, todo esto mientras la secuencia no sea interrumpida por algún cambio en la modalidad de control, receta o ingredientes.



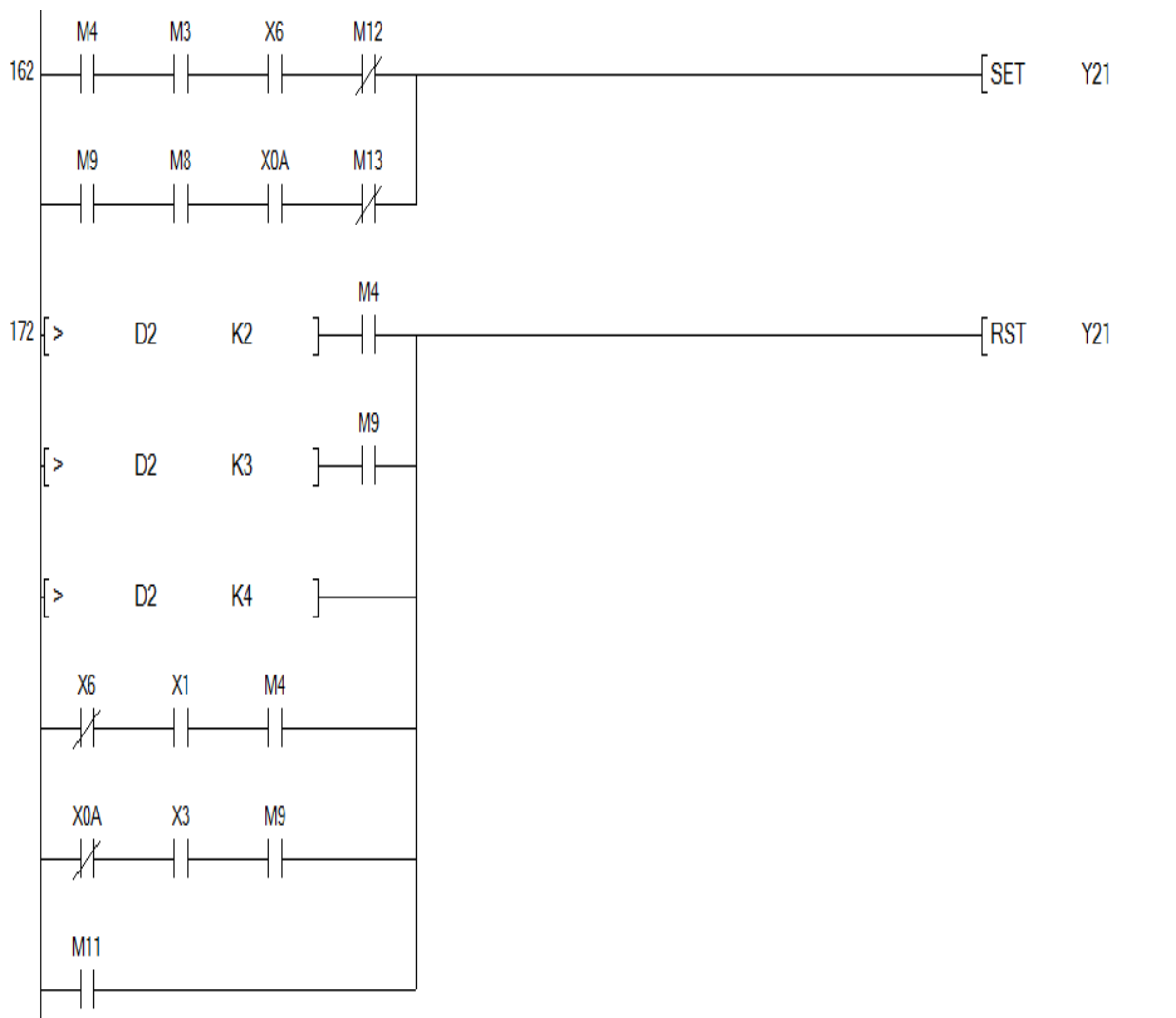
7.5.4 Programa condición de seguridad para el proceso

En caso de que durante la preparación de cola fina o gruesa un operador o desconocido realice alguna modificación en la modalidad de control (automático a manual), o desactive la condición de preparación de cola fina o gruesa, de inmediato será detectada la condición y se activará un bit M11, el cual podrá resetear todo los dispositivos que estén en funcionamiento, generando una detención temporal hasta que no se repongan las condiciones lógicas cambiadas. Esto nos permite evitar anomalías en las preparaciones, y o detener el proceso para cualquiera de los casos indeseados o deseados, permitiendo al sistema de control esta menos vulnerable. Este bit M11 se utiliza en la mayoría de los reset de los equipos.



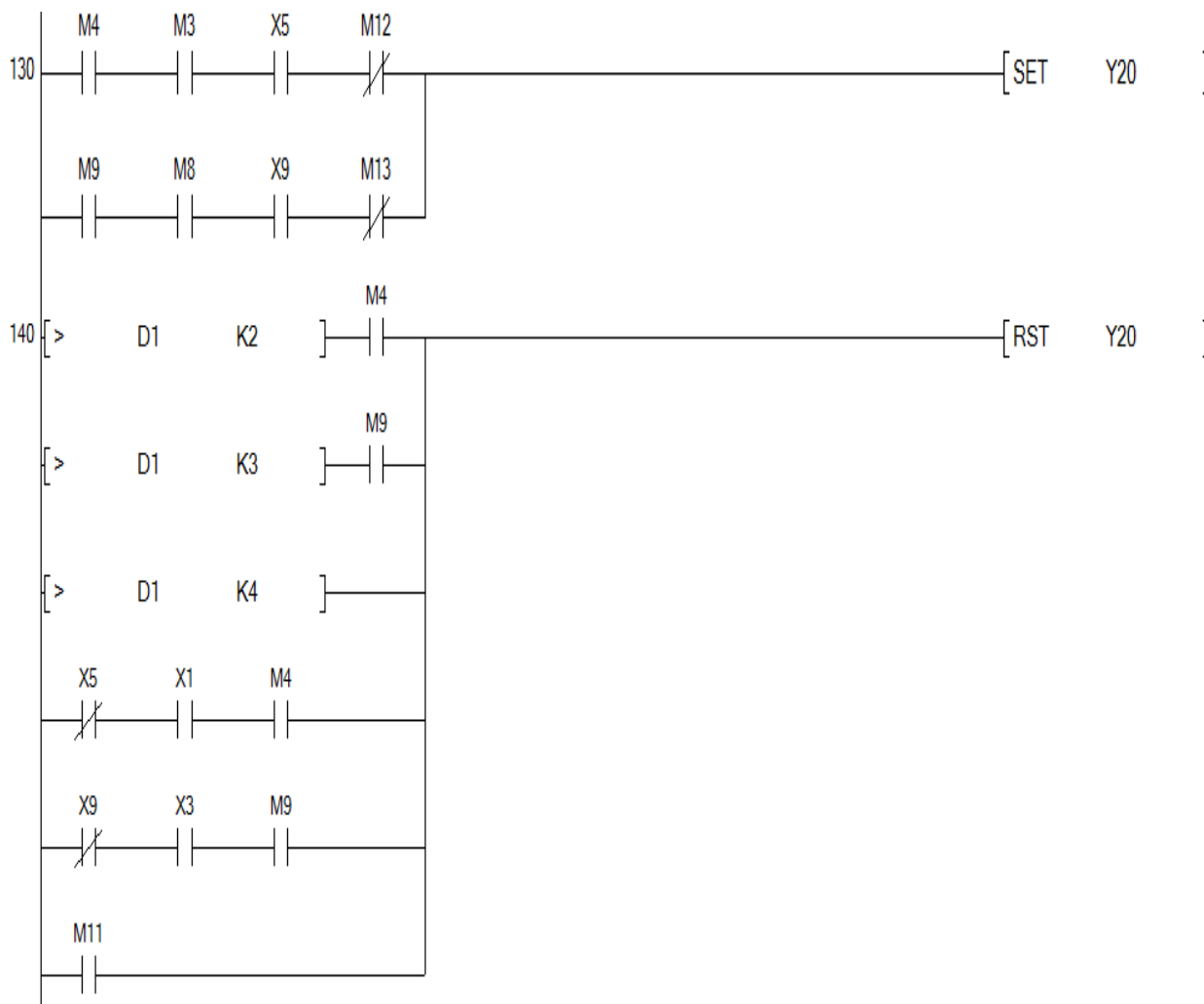
7.5.5 Programa carga producto resina preparación cola fina o gruesa

Este programa controla el inicio y detención de la carga del producto resina ya sea en la preparación de cola fina o gruesa considerando máximo niveles de resina para la cola fina, nivel de emergencia y el mínimo (cota zero), también considera la condición de seguridad M11, otras condiciones de seguridad y habilitación o no de receta y producto.



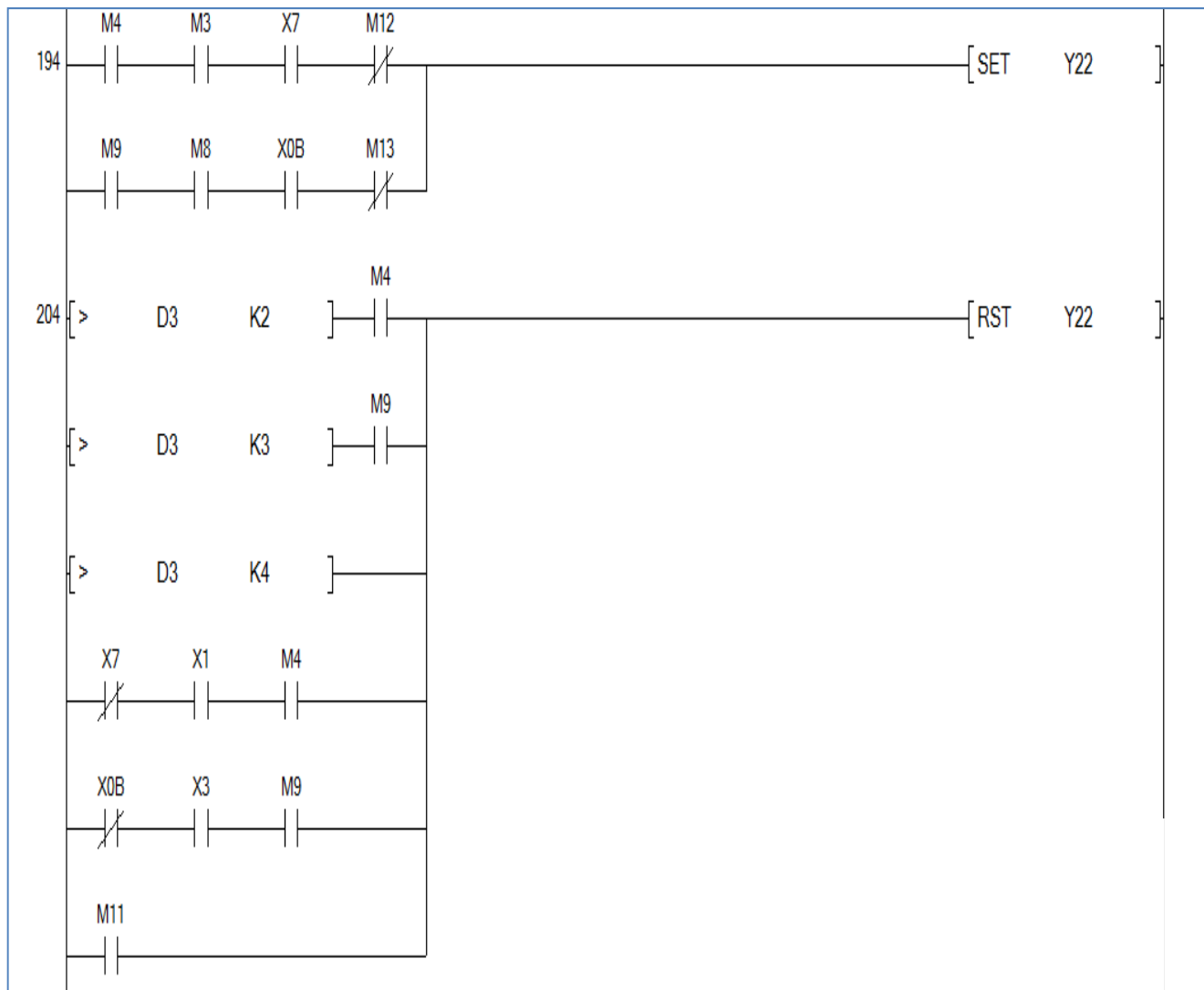
7.5.6 Programa carga producto secuestrante preparación cola fina o gruesa

Este programa controla el inicio y detención de la carga del producto secuestrante ya sea en la preparación de cola fina o gruesa considerando máximo niveles de secuestrante para la cola fina, nivel de emergencia y el mínimo (cota zero), también considera la condición de seguridad M11, otras condiciones de seguridad y habilitación o no de receta y producto.



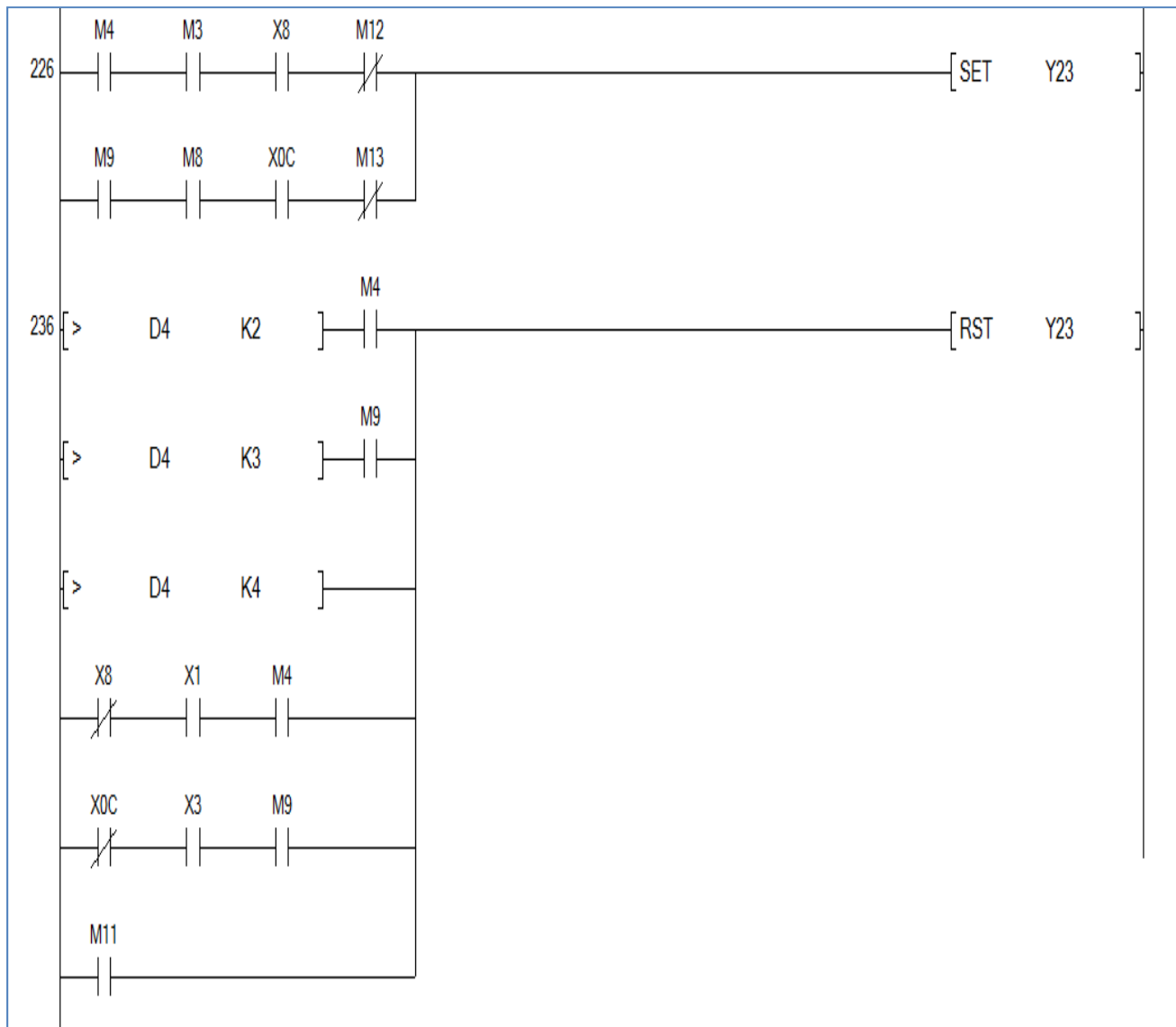
7.5.7 Programa carga producto catalizador preparación cola fina o gruesa

Este programa controla el inicio y detención de la carga del producto catalizador ya sea en la preparación de cola fina o gruesa considerando máximo niveles de catalizador para la cola fina, nivel de emergencia y el mínimo (cota zero), también considera la condición de seguridad M11, otras condiciones de seguridad y habilitación o no de receta y producto.



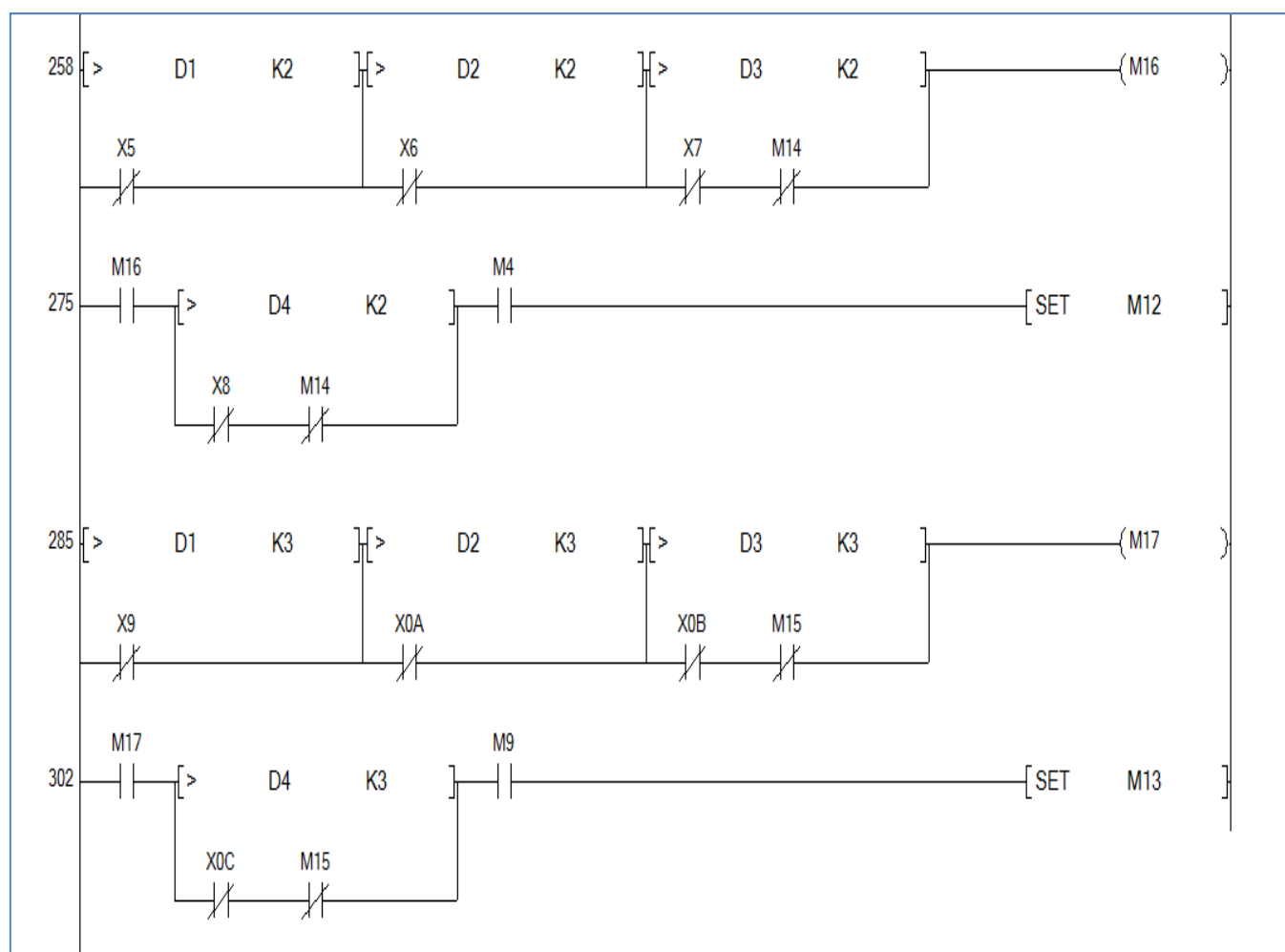
7.5.8 Programa carga producto agua preparación cola fina o gruesa

Este programa controla el inicio y detención de la carga del producto agua ya sea en la preparación de cola fina o gruesa considerando máximo niveles de agua para la cola fina, nivel de emergencia y el mínimo (cota zero), también considera la condición de seguridad M11, otras condiciones de seguridad y habilitación o no de receta y producto.



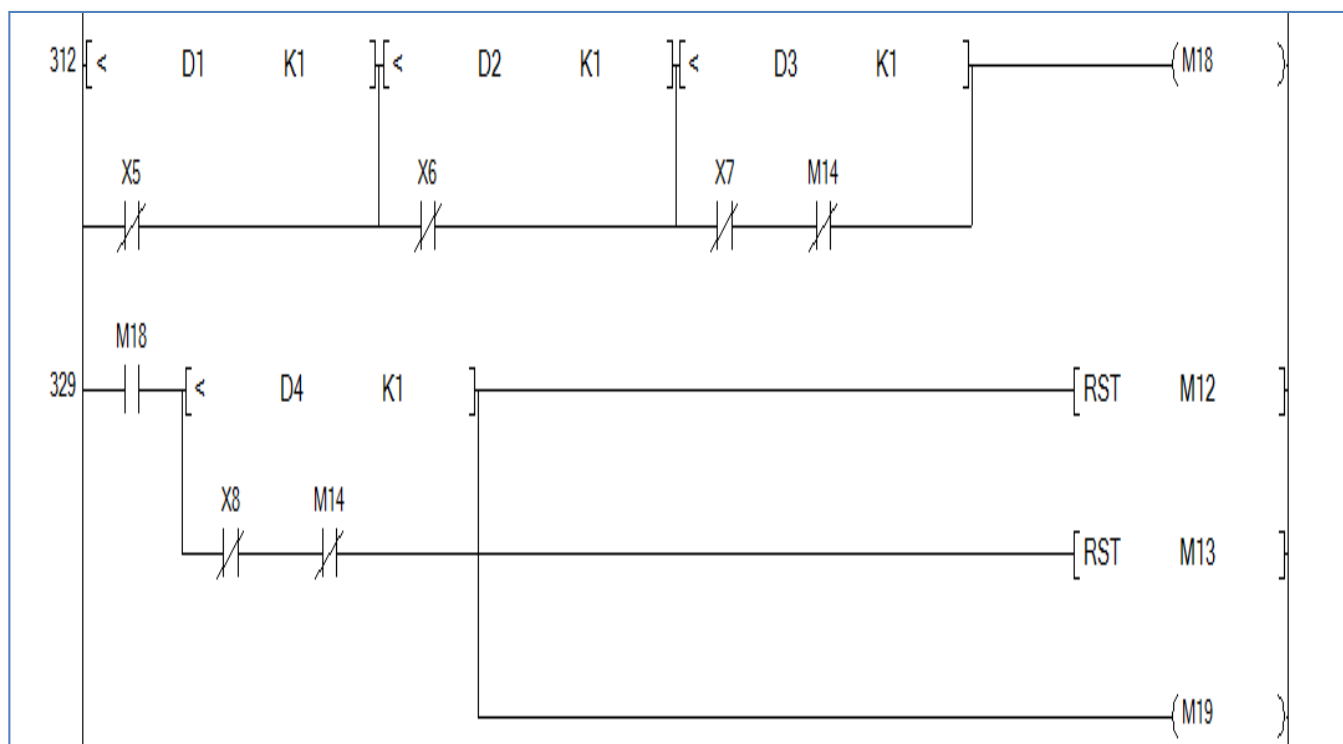
7.5.9 Programa condición de descargas productos preparación cola fina y gruesa

Este programa condiciona bit M12 y M13 para que generen en un programa posterior el inicio de la descarga de los productos en preparación de cola fina (bit M12) y gruesa (bit M13), esto en función de comparadores analógicos y mediciones analógicas con respectivos registros (D1 Resina, D2 Catalizador, D3 Secuestrante y D4 Agua), también incluyendo control de descarga hasta el mínimo (cota zero), y condiciones de seguridad gracias a los bit M14 y M15.



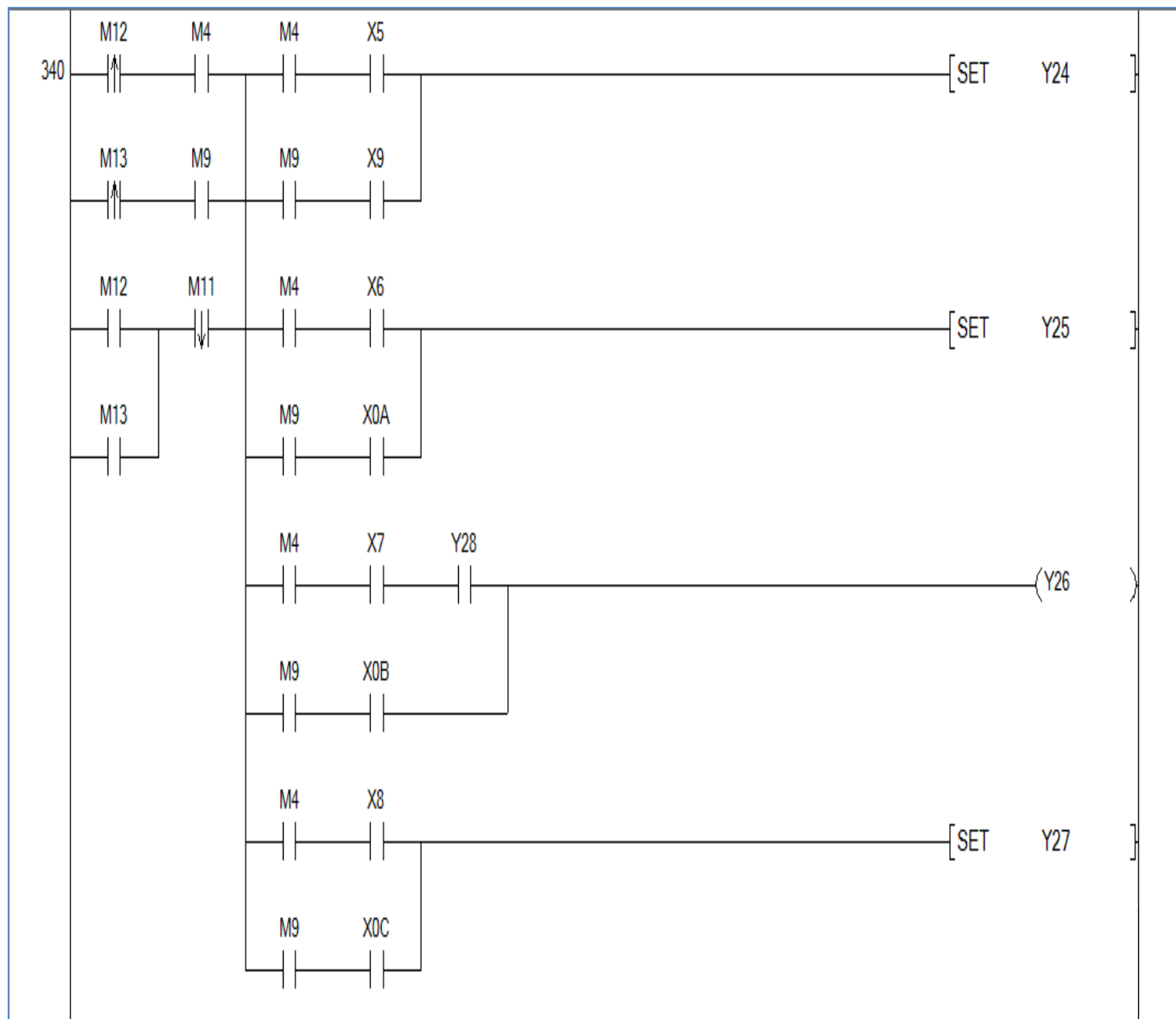
7.5.10 Programa condición de descargas productos preparación cola fina y gruesa

Este programa desactiva a los bits que encargados de setear las condiciones que activaran las válvulas de descarga en preparación de cola fina (bit M12) y gruesa (bit M13), gracias al reseteo que se efectúa en función de los comparadores analógicos, mediciones analógicas y referencias mínimas (cota zero), también posee condiciones de seguridad gracias al bit M14. A su vez también se energiza bit M19 que posteriormente cumplirá el rol de energizar al motor agitador del estanque mezclador de productos donde se vaciaran.



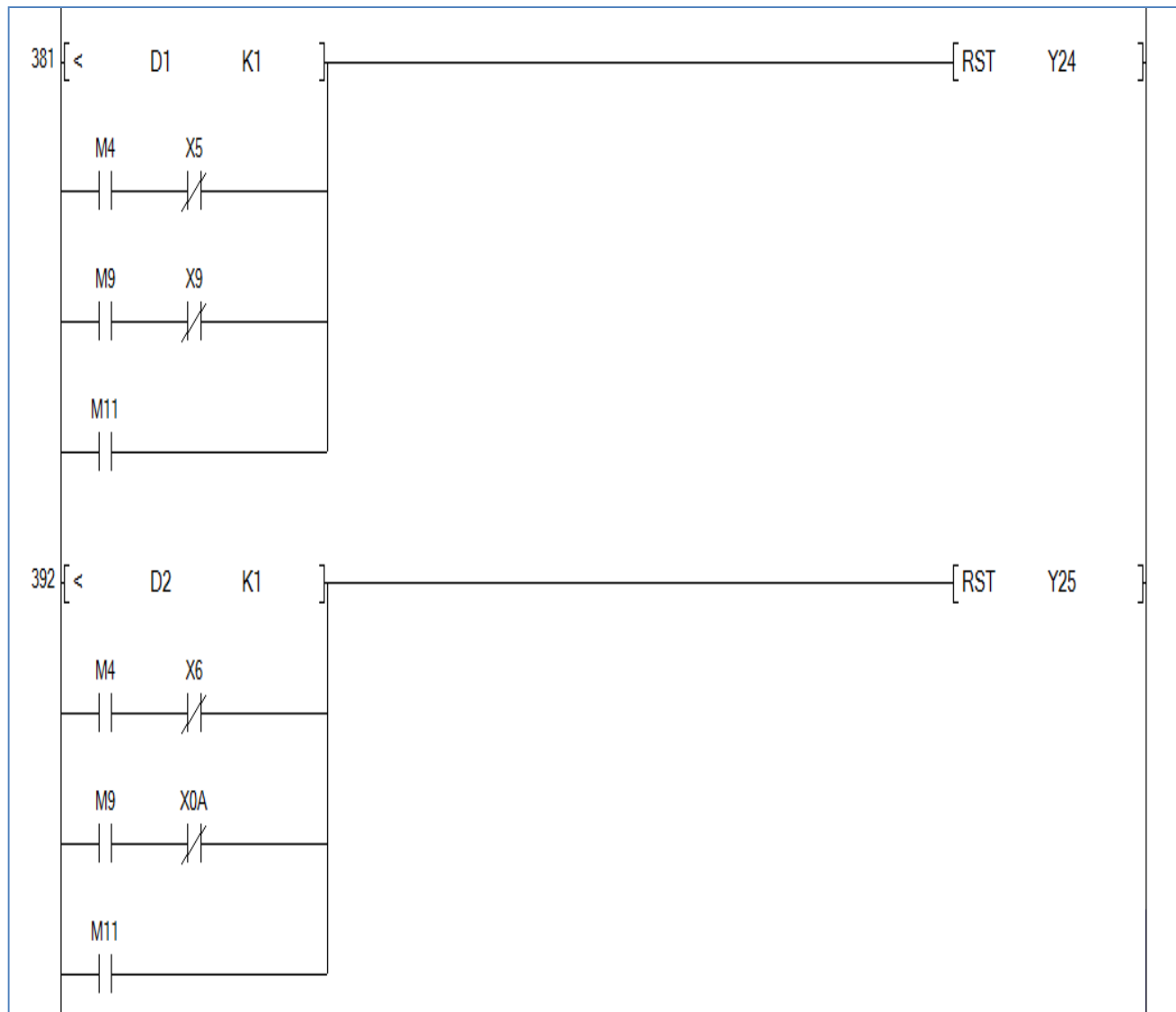
7.5.11 Programa que cumple función de iniciar descargas de resina, catalizador, secuestrante y agua

Este programa cumple la función final de setear y activar a las válvulas de descargas en preparación cola fina o gruesa, considerando bit acondicionados en programa anterior (bit 12 y 13), como también condiciones de detención ante cambio de operaciones del operador.



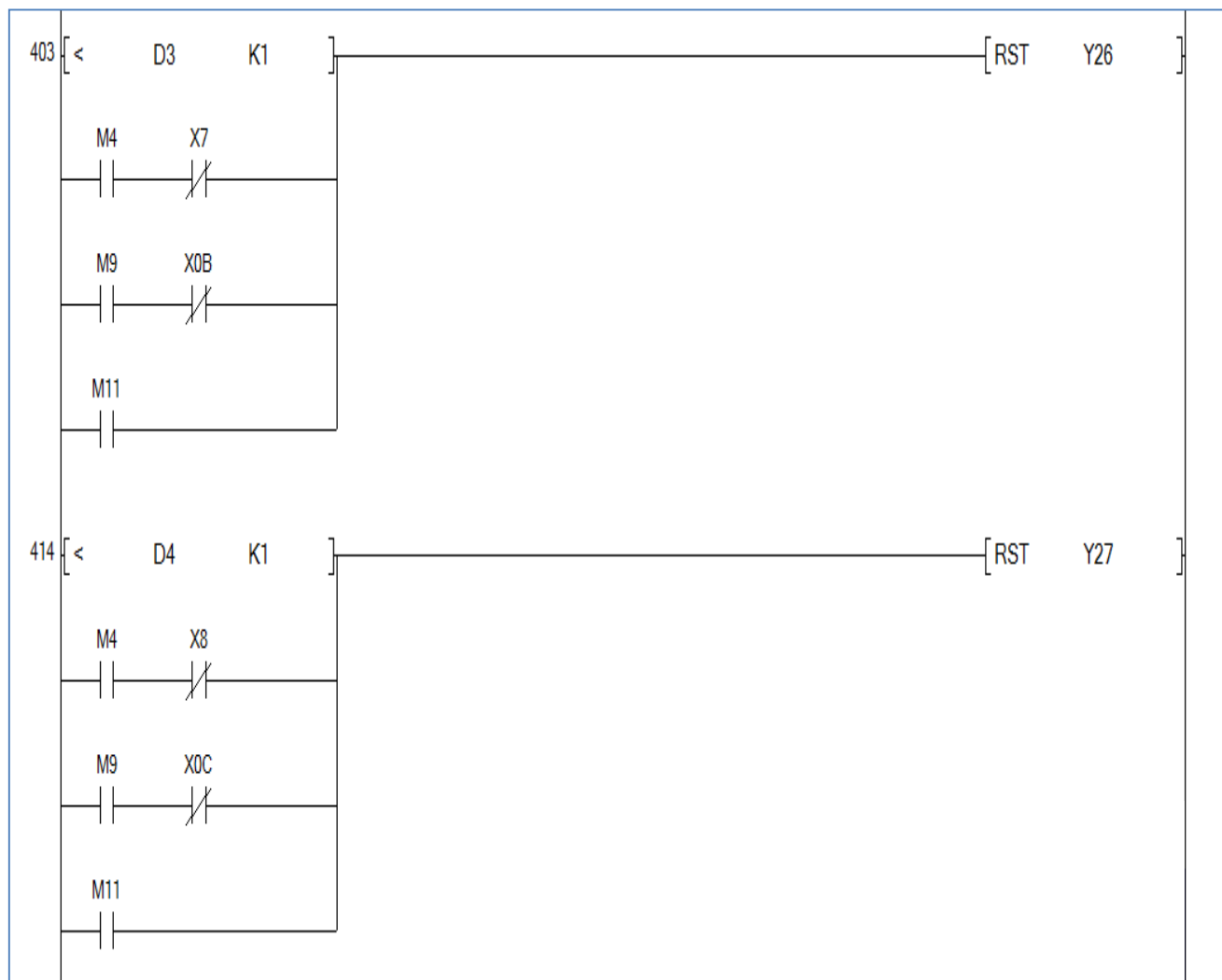
7.5.12 Programa que cumple función de detener las descargas de resina y catalizador

Este programa cumple la función final de resetear y desactivar a las válvulas de descargas en preparación cola fina o gruesa, considerando comparadores analógicos, mediciones analógicas, condición de seguridad bit M11 y cambio de operaciones por operador.



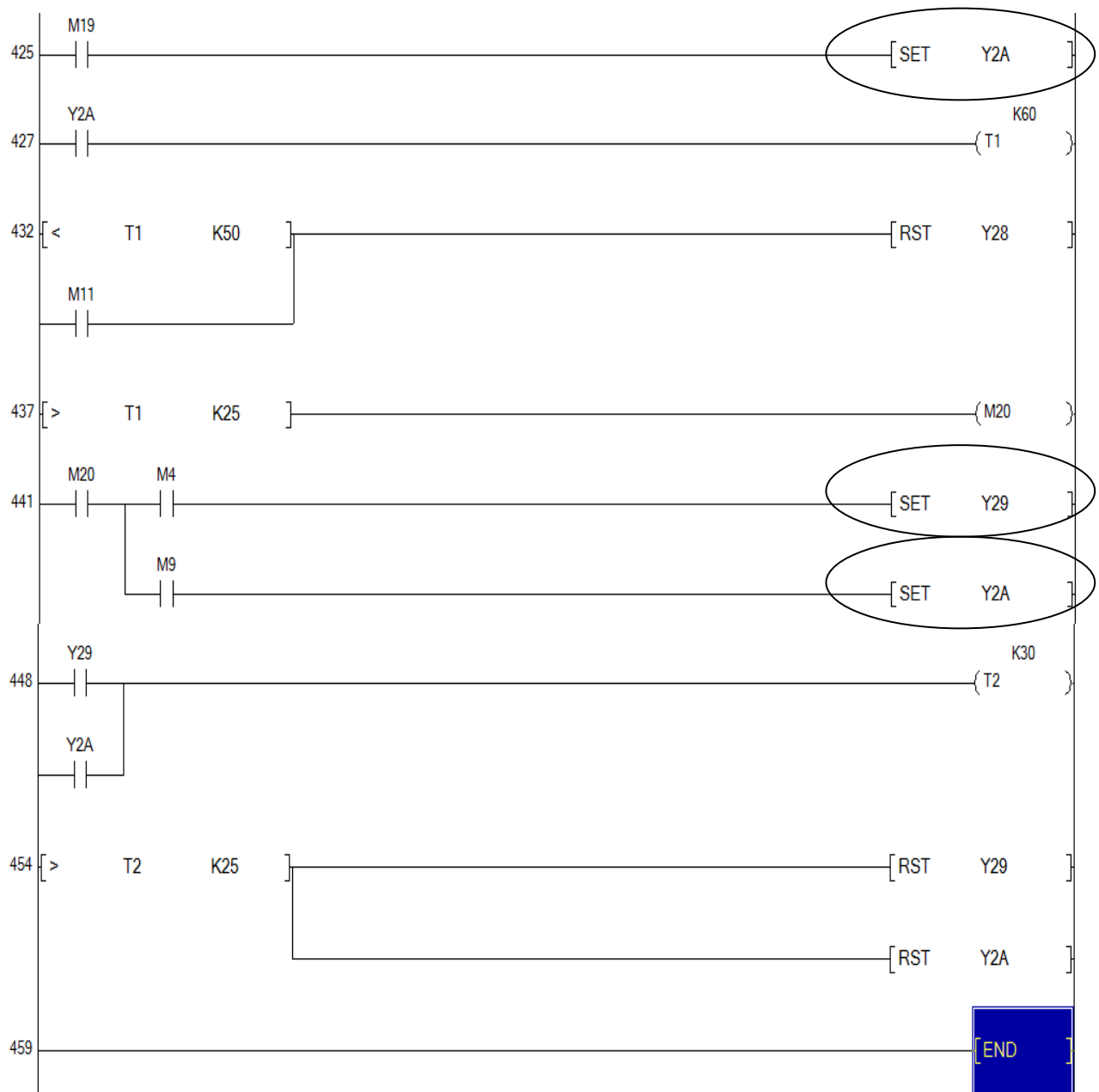
9.2.13 Programa que cumple función de detener las descargas de secuestrante y agua

Este programa cumple la función final de resetear y desactivar a las válvulas de descargas en preparación cola fina o gruesa, considerando comparadores analógicos, mediciones analógicas, condición de seguridad bit M11 y cambio de operaciones por operador.



9.3.14 Programa para mezclar y trasvasiar producto terminado

Este programa cumple la función final de mezclar los 4 productos en preparación cola fina o gruesa y luego descargarlos a los respectivos estanques de reserva de cola fina o gruesa. La ultima etapa de la secuencia de preparación cola, la cual es detectada por el contador de 4 eventos el cual efectúa el reinicio de las condiciones lógicas iniciales, chequeando si es necesario volver a producir cola.



8. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Considerando los mayores gastos, no involucrando detalles de menor influencia económica.

| ITEM | Descripción | Empresa eléctrica | Marca | Características nominales | Referencia | Cantidad | Valor unitario | Valor total |
|------|---------------------------------------|-------------------|------------|--|---------------|----------|----------------|-------------|
| 1 | Interruptor general | Gobantes | Legrand | Interruptor 3x40A curva Z 15KA | ref. 07222 | 2 | 19919 | 39838 |
| 2 | Porta fusibles alimt. General | Gobantes | Legrand | Lex./port.fus.trip.500VP /10x38 | ref. 5838 | 2 | 20052 | 40104 |
| 3 | Fusibles alimentador general | Gobantes | Legrand | Fusible GL-25A 500V S/IND. 10.3x38 | ref. 14340 | 6 | 1500 | 9000 |
| 4 | Alimentador general | Gobantes | Superflex | Cable multiconductor 4x10 AWG | cod. 122053 | 30 | 1184 | 35520 |
| 6 | Barras trifásicas | Gobantes | Legrand | Lex./repartidor 125A 86x44x140mm | ref. 4888 | 1 | 22569 | 22569 |
| 7 | Contactador trifásico | Gobantes | Legrand | Contactores trifásicos CTX-1 40A 220V | Ref. 29394 | 1 | 85747 | 85747 |
| 7 | Guardamotors trifásicos | Gobantes | Legrand | Guardamotor ajustable de 2,5 a 4 A | Ref. 02807 | 7 | 36000 | 252000 |
| 7 | Protección monofásicas | Gobantes | Legrand | Interruptor 1x1A curva C 10KA | Ref. 06368 | 10 | 6000 | 60000 |
| 8 | Protección monofásicas | Gobantes | Legrand | Interruptor 1x3A curva C 10KA | Ref. 06370 | 5 | 6000 | 30000 |
| 9 | Protección monofásicas | Gobantes | Legrand | Interruptor 1x16A curva C 10KA | Ref. 06376 | 1 | 6450 | 6450 |
| 11 | Relés de interfaz 24 VDC | Gobantes | Legrand | Relé bobina 24 VDC 1 contacto NA y 1 NC | cod. N0439221 | 16 | 12419 | 198704 |
| 12 | Relé de control 220 VAC | Gobantes | Legrand | Mini Rele universal 11P 3NA-3NC 220 V EKOL | cod. I0608165 | 5 | 7139 | 35695 |
| 13 | Contactores motores y voltaje control | Gobantes | Legrand | Contactores 3x9 A bobina 230V | ref. 29304 | 10 | 16067 | 160670 |
| 14 | Cable 4 conductores | Gobantes | Superflex | Cable multiconductor 4x14 AWG | cod. 122051 | 190 | 829 | 157510 |
| 15 | Alimentadores solenoides | Gobantes | Superflex | Cable multiconductor 3x14 AWG | Cod. 172006 | 221 | 609 | 134589 |
| 16 | Peines de alimentación | Gobantes | Legrand | Peines de alimentación unipolares máximo 13 aparatos conectados. | Ref. 04926 | 2 | 1739 | 3478 |
| 17 | Canaletas de cables | Gobantes | Legrand | Canaletas Lina 25x40 | Ref. 36201 | 6 | 15610 | 46830 |
| 18 | Selectores de 2 posiciones | Gobantes | Legrand | Selector 2 posiciones CA 22-LS210 1 NA | I0606778 | 9 | 4871 | 43839 |
| 19 | Selectores de 3 posiciones | Gobantes | Legrand | Selector 3 posiciones CA 22-LS320 2 NA | I0606779 | 8 | 6000 | 48000 |
| | Armario metálico | Gobantes | Legrand | Armario metálico 1 puerta IP66 1200x1000x300 mm | Ref. 35593 | 1 | 545379 | 545379 |
| 20 | Armario metálico | Gobantes | Legrand | Armario metálico 1 puerta IP66 400x300x200 mm | Ref. 35501 | 1 | 74487 | 74487 |
| 21 | Sensor ultrasónico microsonic | Microsonic | Microsonic | Sensor Ultrasónico mic+340/IU/TC | ---- | 7 | 340000 | 2380000 |
| 22 | PLC Mitsubishi | Rhona | Mitsubishi | Base Rack, fuente poder, CPU, 2 módulos de entrada y 1 de salida | ---- | 1 | 2200000 | 2200000 |

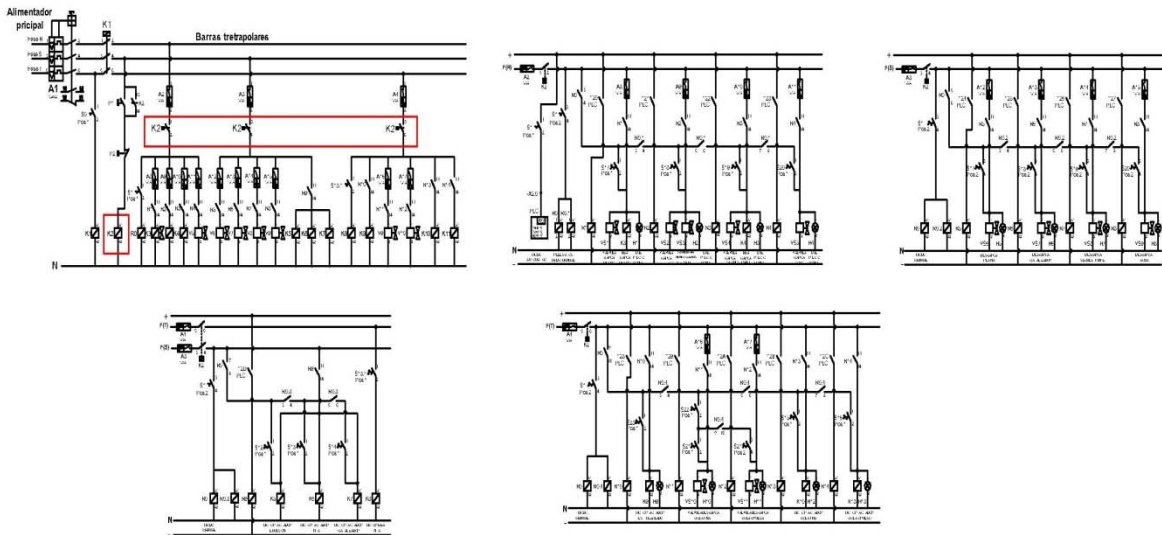
TOTAL 6.610.409

RESULTADOS

En función del ante proyecto formado en la memoria de título, podemos obtener los siguientes resultados.

1) Reducción de circuitos y planos de control:

Actualmente existen alrededor de 13 planos de control, los cuales conforman la lógica cableada de operación del sistema de control, esto se redujo a 5. Esto gracias a que gran parte de la lógica cableada, paso de ser circuitos físicos, a ser circuitos dentro de un software.



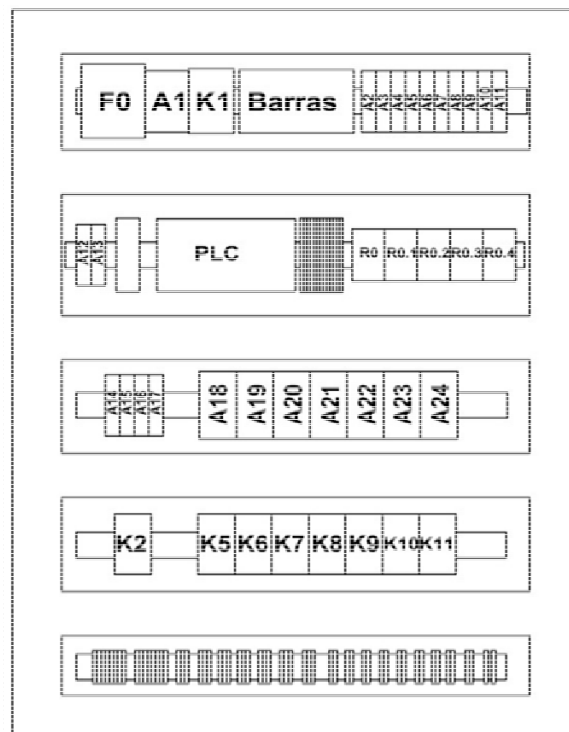
2) Reducción física del tablero

Resultado un espacio mínimo a ocupar equivalente a 98cm de alto y 69 cm ancho. Bastante más pequeño considerando que el otro tablero mide 175 cm de alto y 110 cm de ancho.

Tablero actual

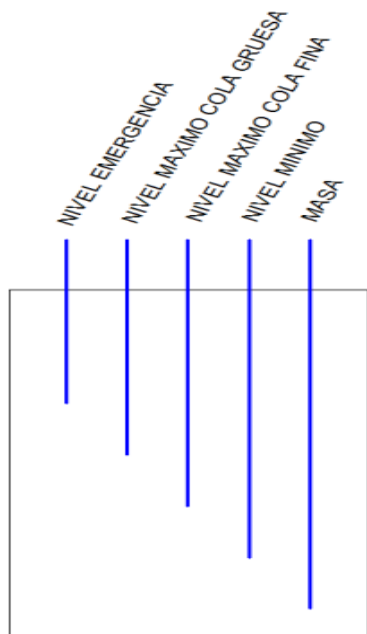


Futuro tablero

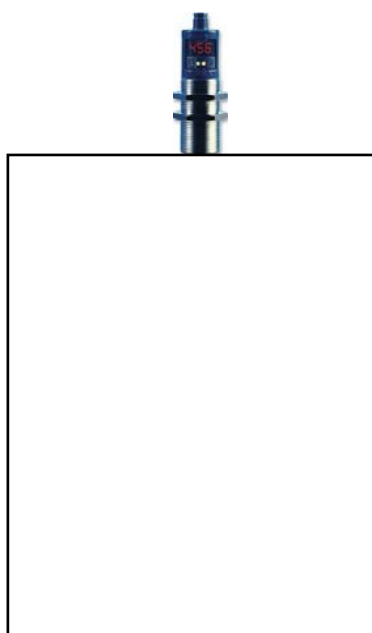


3) Reducción costos de mantención

Actualmente hay que realizar contantes mantenciones a los electodos (varillas), para evitar que se les adhiera producto, generando que no detecten el producto.



En cambio el sensor ultrasónico, no necesita estar en contacto con el producto, por tanto la mantención de reduce notablemente.



CONCLUSION

Conclusión técnica

Con el trabajo desarrollado se dimensiono y determino los datos constructivos que permitirán la ejecución e instalación del nuevo sistema de control más automatizado y confiable que el actualmente instalado.

Evaluar el cambio del actual sistema de control el cual funciona con lógica cableada a PLC nos permitirá la gran simplificación en general del sistema, permitiendo poder reducir los tiempos de búsqueda de fallas y o la vulnerabilidad del sistema ante la falla de equipos de control como relés y temporizadores, los cuales ya no existirán. También nos abre las puertas para incorporar la monitorización, alarmas de las variables de proceso e ingreso de receta por pantallas HMI, cosa que no se alcanzó a concretar en el trabajo, pero que se relazara una vez se apruebe el proyecto y comience la ejecución de este, no tomara más de 1 día.

También Implementar una nueva alternativa de medición de nivel, debido a su principio de funcionamiento, reducirá notablemente los gastos de mantención, como también el espacio dentro del tablero será nulo, ya que no ocupa otro dispositivo adicional como el sensor actualmente instalado.

Con respecto a la coordinación de las protecciones mejorara gracias a la protección adicional la cual debería proteger para cualquier cortocircuito aguas debajo de la barra del tablero, permitiendo continuidad de servicio de equipos de otros procesos.

También con la incorporación de un tablero para la preparación manual en la planta alta, al lado de los vasos de las sustancias mejorara la visualización de los niveles de estos, ya no dificultando la maniobra del operador.

Como conclusión el proyecto es totalmente factible y rentable, con el estudio técnico descrito anteriormente, además de el económico se justifica plenamente, considerando que el costo de inversión equivale a 15 millones de pesos, y que la rentabilidad de este tomara un tiempo no superior al año y medio y que las proyecciones a 10 años nos favorece por sobre los \$\$\$\$ millones ganados.

Conclusión de mi proceso

Cada cosa en la vida es un proceso. Esto de forma ordenada sería un inicio, proceso y final.

El inicio fue poder haber terminado de pagar mi deuda en la universidad la cual no era menor, el proceso fue motivarme a desarrollar completamente un proyecto creado por mí, y cerca del término agradecido de mi profesor guía, el cual desde un principio me demostró que confiaba en mi, y me motivo con las mejores energías, eso fue lo que me impulso a desarrollar todo esto, el final, orgulloso de poder estar terminando un proceso el cual tiene un final, para dar paso a un nuevo inicio, inicio que comenzara con agradecerle a dios por mantenerme en vida, a mí y a todos ustedes y permitiéndonos compartir lo maravillosa que es esta vida, agradecido de todo lo que he vivido, junto a todos los que he conocido desde mi conciencia, y el final la espera de los resultados, esperando que todo curse bien, y pueda terminar bien mi proceso si es que dios lo desea. La lucha es de todos los días, como lo es el ciclo de la mañana, tarde y noche, y así sucesivamente, en los siguientes días.

Y la lucha tiene que ser en buena lid, deseándole lo mejor a todos, y sintiéndose grato de eso, y compartir la felicidad mutuamente, entregándonos energías impulsoras o motivadoras para seguir este proceso, que solo dios sabe cuándo tendrá final. Y para finalizar, lo importante es siempre mantener el equilibrio dentro del proceso, para no desvirtuarse del camino correcto, el camino de los buenos valores.

El proyecto si es comprado, firmare y sacare fotos a todo el proceso desarrollando el proyecto, y entregare toda la información a ustedes, si algún alumno desea ver un pequeño proyecto como se desarrolla, se les pueda mostrar la presentación.

BIBLIOGRAFIA

Páginas web

- Industrial microsonic. Manual sensores analogicos.

<http://www.microsonic.de/es.htm>

- Industria Mitsubishi. Serie de PLC MELSEC Q.

<http://www.mitsubishielectric.com/fa/products/cnt/plcq/items/index.html>

Catalogo

- Catalogo Legrand. “*Productos y sistemas para instalaciones eléctricas y redes informáticas*”.