

INTRODUCCIÓN

Los procesos industriales fueron, son y seguirán siendo motor principal de la economía de nuestro país. Dentro de las empresas, la mano de obra es muy importante dentro de los procesos pero en algunas ocasiones generan conflictos para los mismos, ya que los atrasa y así se pueden generar pérdidas.

Haciendo utilidad de las tendencias tecnológicas, se observa en este trabajo de grado la importancia de utilizar la automatización, como base para mejorar el proceso de producción de un molino perteneciente a la empresa SUMICOL - CORONA y así evitar labores que retrasen el encendido del sistema de molienda.

La automatización se llevó a cabo, gracias a la utilización de un Control Lógico Programable, PLC, el cual reemplaza la tecnología del cableado y esto indica mayor facilidad a la hora de realizar algún mantenimiento que se le haga a la máquina o en el momento de producción.

1. EL PROBLEMA

En la empresa Sumicol dedicada a la fabricación de materias primas para la organización corona, en la planta conminución; el molino Anivi número tres actualmente para su funcionamiento requiere intervención del operario para el encendido de cada uno de los equipos. Dependiendo de la destreza del operario el tiempo de ejecución de esta secuencia puede variar. Si el operario no está bien entrenado puede generar confusión a la hora de encender el molino debido a la cantidad de elementos que se deben accionar. Igualmente los enclavamientos eléctricos existentes hacen que el cableado dentro de cada tablero sea numeroso y poco entendible debido a que muchas de las reformas que se hacen no quedan registradas en una actualización de planos eléctricos. La automatización del sistema permite que estos enclavamientos se hagan dentro del programa del PLC (control lógico programable) y no por cableado, lo que reduce enormemente la cantidad de líneas de cable que se utilizan.

2. JUSTIFICACIÓN

Con la automatización del sistema de arranque del molino Anivi número tres se pretende, optimizar los recursos y agilizar el proceso de molienda, desligando el funcionamiento del sistema del operario. De esta manera se garantiza que el funcionamiento del molino será siempre el mismo y que las variables que puedan afectar su normal funcionamiento no sean ocasionadas por las personas.

Además con esta automatización se va reducir los daños, cuando se inicie el sistema de arranque del molino. También se facilitará y se visualizará mejor el mantenimiento de dicho molino.

3. OBJETIVOS

3.1 GENERAL

Automatizar el sistema de arranque del molino Anivi número tres de la empresa Sumicol, con el fin de mejorar y dar una mayor fiabilidad al sistema de encendido.

3.2 ESPECÍFICOS

Realizar un estudio de las variables de control.

Seleccionar el tipo de PLC (control lógico programable) más adecuado para el arranque del molino.

Diseñar el sistema de control del molino.

Instalar el tablero de control en el lugar adecuado en el molino.

4. REFERENTES TEÓRICOS

El Molino de bolas como se puede observar en la figura 1 es una herramienta eficiente para la pulverización de muchos materiales en polvo fino. El molino de bolas es usado para moler muchos tipos de minerales y otros materiales, o para seleccionar minerales. Es ampliamente usado para materiales de construcción, industria química, etc. Cuenta con dos tipos de pulverización: el proceso seco y el proceso húmedo. Puede ser dividido en tipo tubular y tipo fluido de acuerdo con las diferentes formas de descarga de material.

Figura 1 Molino de bolas¹



Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos37/molino-de-bolas/molino-de-bolas.shtml>.

¹ RODAS BARRIENTOS, Gianni. Tecnología del molino de bolas (en línea). [Consultado en diciembre 07 de 2011]. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos37/molino-de-bolas/molino-de-bolas.shtml>

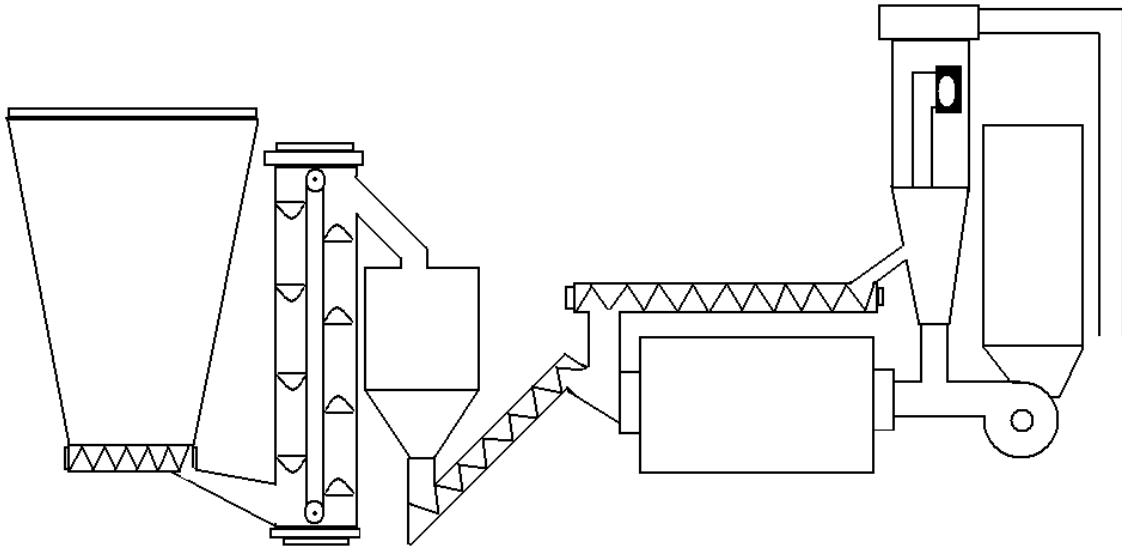
4.1. APLICACIÓN

El Molino de bola es un equipo clave para la repulverización. Es ampliamente usado para cemento, productos de silicato, nuevos tipos de materiales de construcción, materiales a prueba de fuego, fertilizantes químicos, metales negros y no ferrosos, vidrio, cerámicas, entre otros. Nuestro molino de bolas puede moler minerales u otros materiales que pueden ser molidos tanto por proceso húmedo como por proceso seco.

Principio de trabajo: Este Molino de bola es un dispositivo de funcionamiento de tipo horizontal y tubular, tiene dos compartimientos. Esta máquina es de estilo de molienda y su exterior funciona a través de un engranaje. El material ingresa espiral y uniformemente al primer compartimiento de la máquina de molienda a través del eje del espacio de salida de materiales por medio del dispositivo de entrada de materiales. En el compartimiento, hay un tablero de escala o tablero de onda, y según las diferentes especificaciones se pueden instalar bolas de acero en el tablero de escala. Cuando el cuerpo del barril gira y luego produce fuerza centrífuga, en ese momento, las bolas de acero son llevadas hasta cierta altura y caen para moler y golpear los materiales. Después de ser molidos de forma gruesa en el primer compartimiento, los materiales entran en el segundo compartimiento para ser re molidos con las bolas de acero y el tablero de escala. Al final, el polvo es descargado por el tablero de salida de materiales y el producto final está terminado.²

² SMB MINING AND CONSTRUCTION MACHINERY. Molino de bolas (en línea). [consultado 01 diciembre 2011]. Disponible en: http://es.sbmchina.com/ball_mill.html

Figura 2. Diagrama de flujo del proceso



Fuente: Figura realizada por Andrés Felipe Villa Avilés.

4.2. PROCESO ACTUAL DE LA ALIMENTACIÓN DE UN MOLINO DE BOLAS

El molino se alimenta a través de un tornillo sinfín como se observa en la figura 2, el cual lleva el material fresco desde una tolva de alimentación hasta el tambor del molino. Una vez molido, el material pasa por un selector que se encarga de separar el material que cumple con las especificaciones; el material que no las cumple es recirculado a través de un tornillo sin fin que descarga este material a la entrada del tambor para ser reprocesado.

4.3. REDES DE PETRI

Definición

“Una red de Petri es un grafo dirigido bipartito, con un estado inicial, llamado marcación inicial. Los dos componentes principales de la red de Petri son los sitios (también conocidos como estados) y las transiciones”.³

“Las redes de Petri (RdP) (C.A. Petri, 1962) son una herramienta de modelado muy efectiva para la representación y el análisis de procesos concurrentes.

Modelar un sistema usando redes de Petri tiene tres ventajas potenciales:

- 1) El sistema completo es a menudo más fácil de entender debido a la naturaleza gráfica y precisa del esquema de representación.
- 2) El comportamiento del sistema puede ser analizado utilizando la teoría de las redes de Petri, que incluye herramientas para el análisis tales como los árboles de marcados y establece relaciones entre ciertas estructuras de redes y el comportamiento dinámico. Pueden aplicarse también técnicas para la verificación de programas paralelos.

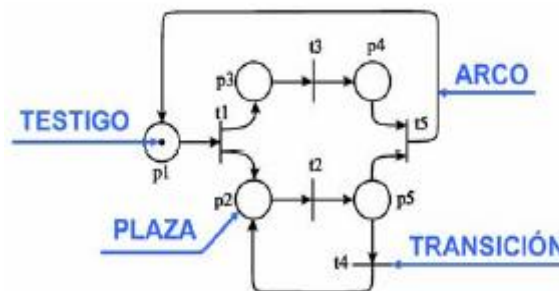
³ ANONIMO. Redes de Petri (en línea). [consultado 01 diciembre 2011]. Disponible en: <http://www.mitecnologico.com/Main/RedesDePetri>

3) Puesto que las redes de Petri pueden sintetizarse usando técnicas "bottom-up" y "top-Down", es posible diseñar automáticamente sistemas cuyo comportamiento es conocido o fácilmente verificable".⁴

Las redes de Petri son un grafo orientado formado por:

- **Plazas o lugares**, representadas mediante circunferencias.
- **Transiciones**, representadas por segmentos rectilíneos.
- **Arcos dirigidos** que unen transiciones y plazas.

Figura 3. Redes de Petri⁵



Fuente: Libro de programación concurrente de Mercedes Granda pagina 5.

Una Red de Petri es una forma de automatizar fácilmente una secuencia de encendido de cualquier máquina, motores, etc. También es una manera muy fácil

⁴ GRANDA, Mercedes. Redes de Petri. Programación concurrente. España: Universidad de Cantabria, 2011. p. 2

⁵ Ibíd., p. 5

y ágil de ver el programa que se va automatizar.

4.4. CONTROL LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)

“Un PLC se puede definir como un sistema basado en un microprocesador. Sus partes fundamentales son la Unidad Central de Proceso (CPU), la Memoria y el Sistema de Entradas y Salidas (E/S). La CPU se encarga de todo el control interno y externo del PLC y de la interpretación de las instrucciones del programa. En base a las instrucciones almacenadas en la memoria y en los datos que lee de las entradas, genera las señales de las salidas. La memoria se divide en dos, la memoria de solo lectura o ROM y la memoria de lectura y escritura o RAM”.⁶

La memoria ROM almacena programas para el buen funcionamiento del sistema.

La memoria RAM está conformada por la memoria de datos, en la que se almacena la información de las entradas y salidas y de variables internas y por la memoria de usuario, en la que se almacena el programa que maneja la lógica del PLC.

⁶ ROCATEK. PLC avanzado (en línea). [consultado 05 diciembre 2011]. Disponible en: http://www.rocatek.com/forum_plc2.php.

Figura 4. PLC Twido referencia TWDLCAA40DRF⁷



Fuente: <http://juanca7.blogspot.com/2009/09/plc-twido.html>.

4.4.1. Programación del autómatas⁸

- Para controlar un determinado proceso, el autómatas realiza sus tareas de acuerdo con una serie de instrucciones establecidas en un programa.
- En general, las instrucciones pueden ser de funciones lógicas, de tiempo, de cuenta, aritméticas, de espera, de salto, de comparación, de comunicación y auxiliares.

⁷ ANONIMO. Electricidad (en línea). [consultado 07 diciembre de 2011]. Disponible en: <http://juanca7.blogspot.com/2009/09/plc-twido.html>

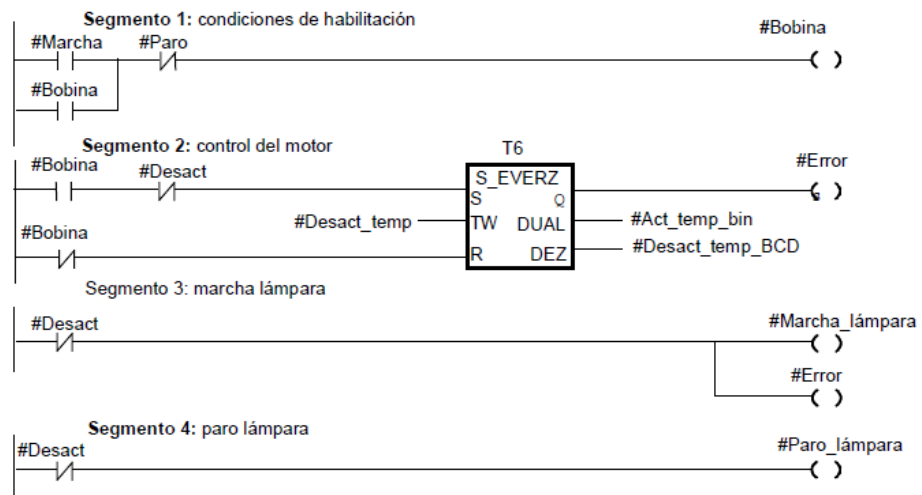
⁸ OCAMPO, Jauder. Introducción a los autómatas programables. Medellín: Pascual Bravo, 2010. p. 33 - 37

- Dependiendo del fabricante, los lenguajes de programación son muy diversos, sin embargo, suelen tener alguna relación más o menos directa con los lenguajes Ladder o GRAFCET.

4.4.2. Lenguajes de programación

- Hace referencia a diferentes formas de escribir el programa usuario de acuerdo a reglas preestablecidas para el PLC.
- El software actual permite traducir el programa usuario de un lenguaje a otro, logrando así escribir el programa en el lenguaje que más nos conviene.

Figura 5. Diagrama Ladder ⁹



Fuente: Libro de introducción de los autómatas programables de Jauder Ocampo.

⁹ Ibíd., p. 41

4.4.3. Ventajas de un PLC

- Menor cableado
- Reducción de espacio
- Mayor facilidad para mantenimiento y puesta a punto
- Flexibilidad de configuración y programación
- Reducción de costos

4.4.4. Tipos de PLC

Por construcción

Modular y Compacto.

4.4.5 Instrumentación

El proceso cuenta con dos tipos de sensores:

- RTD PT – 100: tiene como función monitorear la temperatura del aceite que se utiliza para lubricar las chumaceras de entrada y salida del tambor del molino. Ambas PT – 100 van a un indicador de temperatura GOLINK DUAL, VD 2605 que esta programado de tal forma que si alguna de las temperaturas de las chumaceras supera los 65° C, el sistema se dispara por exceso de temperatura.
- Sensor de nivel: Este es un sensor de nivel por varilla, se utiliza para determinar el nivel máximo de la tolva de alimentación del tambor. Cuando el sensor detecte material se deben apagar el elevador de

cangilones, y el tornillo sin fin que alimenta el elevador. Una vez deje de sensar material se deben encender nuevamente ambos equipos.

- Arrancador Suave: Este dispositivo eléctrico con referencia Altistart 48, sirve para darle un arranque de encendido suave al motor del tambor del molino Anivi numero tres, ya que es un motor grande y tiene un piñón de ataque de plástico, por eso es utilizado dicho dispositivo para garantizar un poco mas de vida al piñón y al motor.
- Analizador de Redes: Es un elemento eléctrico muy comercial con referencia MPR 525 – 10 NETWORK ANALYSER que permite medir variables existentes dentro de la red eléctrica tales como corriente, voltaje, potencia aparente, potencia activa, potencia reactiva y frecuencia.
- Pantalla de comunicación: Este equipo con referencia XBTGT2110 sirve para la visualización de las variables anteriormente mencionadas con el objetivó de tener un buen control sobre el sistema existente. Desde esta pantalla de comunicación se puede visualizar el estado de funcionamiento del molino Anivi numero tres.

5. METODOLOGÍA

5.1. TIPO DE PROYECTO

El proyecto es teórico porque para la realización del proyecto del molino se tuvieron en cuenta las Redes de Petri. Igualmente se deja una prueba física del trabajo escrito con todo lo que se realizó del proyecto.

También este trabajo de grado es práctico porque actualmente se ejecuta dentro de la empresa SUMICOL – CORONA.

5.2. MÉTODO

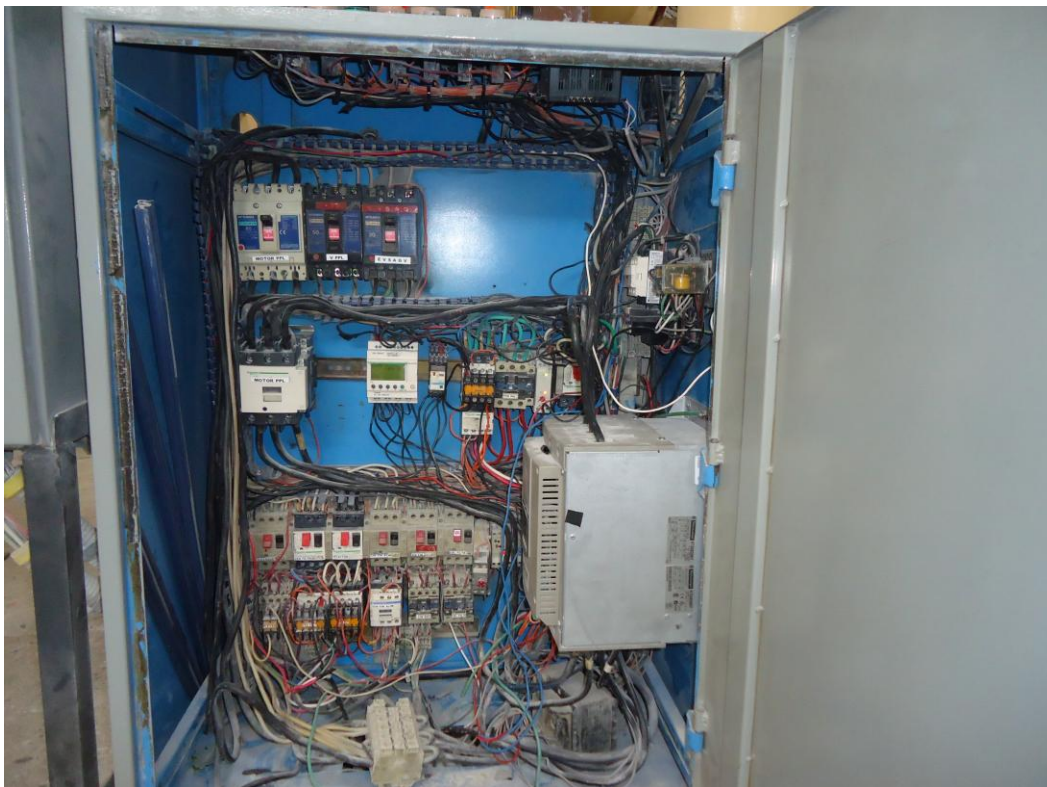
El método utilizado para la automatización del molino Anivi numero tres de la empresa SUMICOL – CORONA, fue el método inductivo, es decir, siguiendo una secuencia lógica. Inicialmente se realizó una evaluación del estado en el que se encontraba el molino Anivi numero tres de acuerdo a la producción que este generaba.

Posteriormente se optó por implementar la automatización de dicho molino porque así se solucionaba el problema de secuencia dentro del proceso y así evitar problemas de producción y mantenimiento relacionados con este molino.

6. RESULTADOS DEL PROYECTO

A continuación, se presentaran unas fotos que evidencian el anterior estado del sistema de control del molino Anivi número tres:

Foto 1. Anterior tablero de control del molino Anivi número tres.



Fuente: Foto tomada por Andrés Felipe Villa Avilés.

Lo que se muestra en la foto numero uno expone el anterior estado del tablero de control del molino Anivi número tres. Dicho estado, como lo podemos ver no es claro en cuanto a la estructura del cableado eléctrico, es decir, no hay una debida marcación lo cual puede generar confusiones o errores al momento de realizar un mantenimiento, ya sea preventivo o correctivo.

Foto 2. Anterior sistema de encendido del molino Anivi número tres.



Fuente: Foto tomada por Andrés Felipe Villa Avilés.

Como se puede observar el sistema de secuencia de encendido maneja muchos pulsadores y varios pilotos, lo cual implica mayor confusión a la hora de operar el molino Anivi número tres.

Foto 3. Variador de velocidad expuesto a la intemperie.



Fuente: Foto tomada por Andrés Felipe Villa Avilés.

La foto número tres evidencia la falta de protección que tienen los dispositivos electrónicos de potencia tales como este variador de velocidad. Esto implica que cualquier persona no capacitada manipule dicho dispositivo.

En conclusión, observando estas imágenes se ve que el tablero eléctrico anterior se encontraba en malas condiciones, no cumplía ninguna norma técnica, además la ubicación de los elementos y el cableado es poco entendible para el técnico electricista y el operario a cargo de la planta de conminución.

Igualmente se puede apreciar que variadores de velocidad están por fuera del tablero principal. Y en la foto número dos se ve que la botonera de secuencia de encendido es muy numerosa, y sería confuso para el operario que es nuevo o no tiene mucha experiencia ni conocimiento del molino para iniciar un orden secuencial de los elementos que hace que funcione el molino correctamente.

La figura número seis muestra cómo va ir la nueva acomodación de los componentes eléctricos y de potencia en el nuevo tablero.

Figura 6. Distribución de elementos del nuevo tablero del molino Anivi número tres.



Fuente: Figura realizada por Andrés Felipe Villa Avilés.

Como se observa en la figura 6 el tablero será más grande, con más espacio, sin aparatos de control y de potencia por fuera y todos los dispositivos serán montados de manera técnica y organizada, como lo dice la norma (RETIE).

La secuencia de encendido será manejada por un PLC y una pantalla entre otros elementos que son los que van a dar la orden de encendido y apagado correctamente del molino. Así mismo se le adecuará dos sensores de temperatura en la chumacera del tambor principal (molino), que dispararan el sistema cuando la temperatura del lubricante sobre pase cierto limite; También se le instalará un sensor de nivel a la tolva de alimentación el cual tiene como razón que al llenarse está mas de la capacidad total se disparé el motor de alimentación o apaga el sin fin de la tolva y el elevador.

6.1 DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL CONTROL AUTOMÁTICO DEL MOLINO ANIVI NÚMERO TRES

El sistema de control consta de un encendido secuencial de los equipos antes mencionados, hasta llegar a un estado final de operación normal del proceso. El encendido de cada equipo determina si el equipo siguiente se puede encender; esto se hace para garantizar que el encendido de los equipos siempre sea en el mismo orden.

Al llegar al estado final del proceso pueden ocurrir varios eventos que condicionan su funcionamiento normal:

- Llenado de la tolva de alimentación: si esto ocurre se deben apagar los motores del elevador de cangilones y tornillo sin fin del elevador.

- Recalentamiento de las chumaceras: Si se presente una temperatura superior a 65° C en las chumaceras se debe apagar todo el sistema por falla de alta temperatura.
- Disparo tornillo sin fin de la tolva: Si se presenta este disparo se debe apagar también el elevador de cangilones.
- Disparo del elevador de cangilones: Si se presenta este disparo se debe apagar también el tornillo sin fin de la tolva.
- Disparo del tornillo sin fin de alimentación: Si se presenta este disparo se debe apagar también el elevador de cangilones y tornillo sin fin del elevador.
- Disparo del tornillo sin fin de recirculación: Si se presenta este disparo se debe apagar también el tornillo sin fin de alimentación, el elevador de cangilones y el tornillo sin fin del elevador.
- Disparo del ventilador principal: Si se presenta este disparo se debe apagar también el tornillo sin fin de recirculación, el tornillo sin fin de alimentación, el elevador de cangilones, y el tornillo sin fin del elevador.
- Disparo del tambor: Si se presenta este disparo se debe apagar también el ventilador principal, el tornillo sin fin de recirculación, el tornillo sin fin de alimentación, el elevador de cangilones, y el tornillo sin fin del elevador.
- Disparo de bomba de lubricación: El efecto de este disparo es el mismo que genera el disparo del tambor.

- Disparo del selector: Si se presenta este disparo se debe apagar también el ventilador principal, el tambor, el tornillo sin fin de recirculación, el tornillo sin fin de alimentación, el elevador de cangilones, y el tornillo sin fin del elevador.
- Disparo del Ventilador filtro de mangas: El disparo de este motor tiene el mismo efecto que el disparo por temperatura en las chumaceras de entrada y salida.

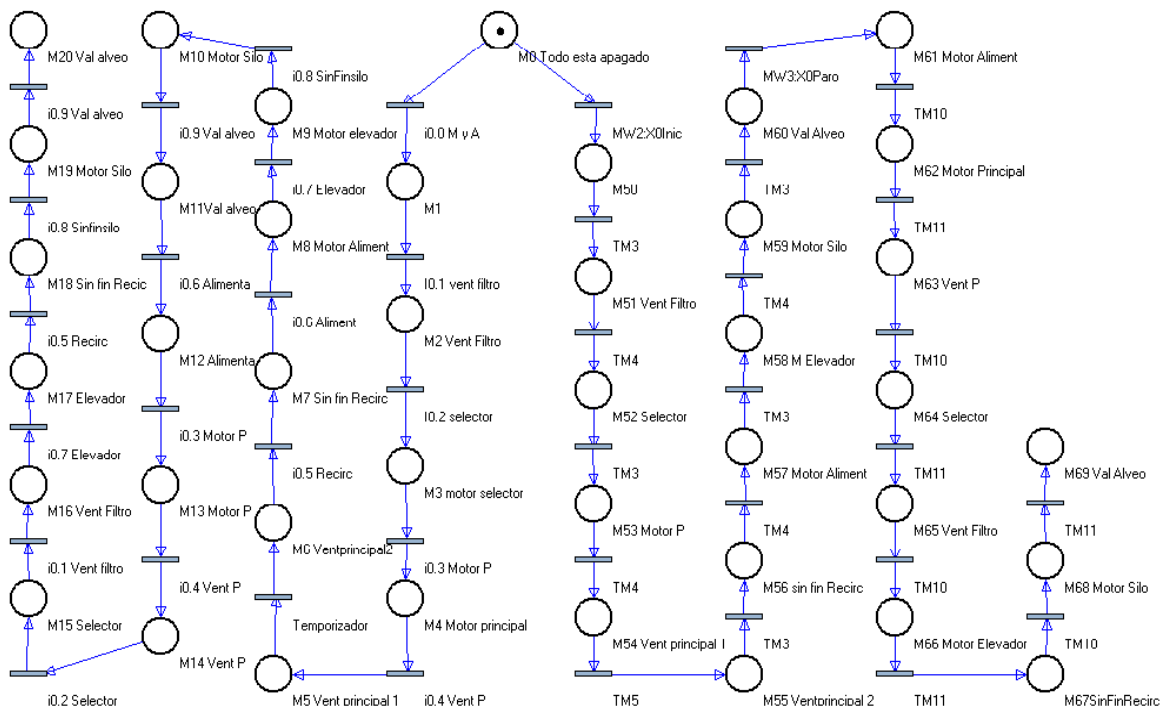
Cualquiera de estas alarmas se hace visible por medio de una baliza que indica el estado de alarma y se puede verificar con exactitud que ocasiona el disparo consultando la tabla de alarmas que tiene programada en la HMI.

El control automático cuenta con un sistema de alarmas para la lubricación de los equipos; consta de cuatro horómetros a cien horas, a quinientas horas, a mil horas y a ocho mil horas. Cada horómetro se activa siempre que este funcionando el ventilador del filtro de mangas, una vez alcanzado su total de horas saca una alarma indicando cuales son los equipos que necesitan lubricación.

6.2 APLICACIÓN DE LA RED DE PETRI PARA LA AUTOMATIZACIÓN DEL MOLINO ANIVI NÚMERO TRES

En la siguiente figura vamos a visualizar el sistema que se utilizó para la automatización del molino Anivi número tres.

Figura 7. Red de Petri para la automatización del molino.



Fuente: Figura realizada por Andrés Felipe Villa Avilés.

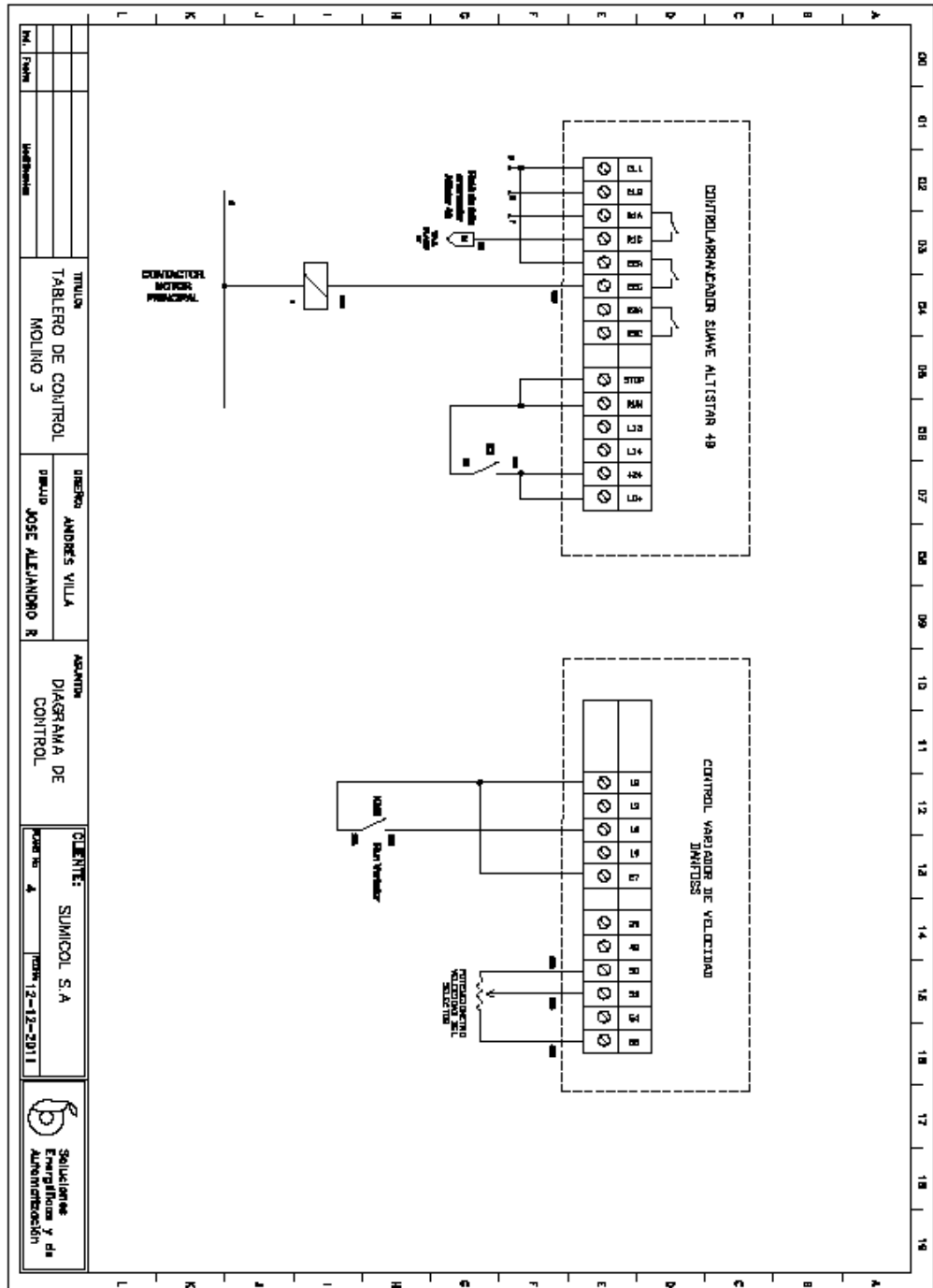
En esta red se puede observar que donde se encuentra el punto negro, es decir, la marca inicial, allí el sistema se encuentra en modo apagado. Las barras horizontales son denominadas como transiciones, que en este caso ésta función la

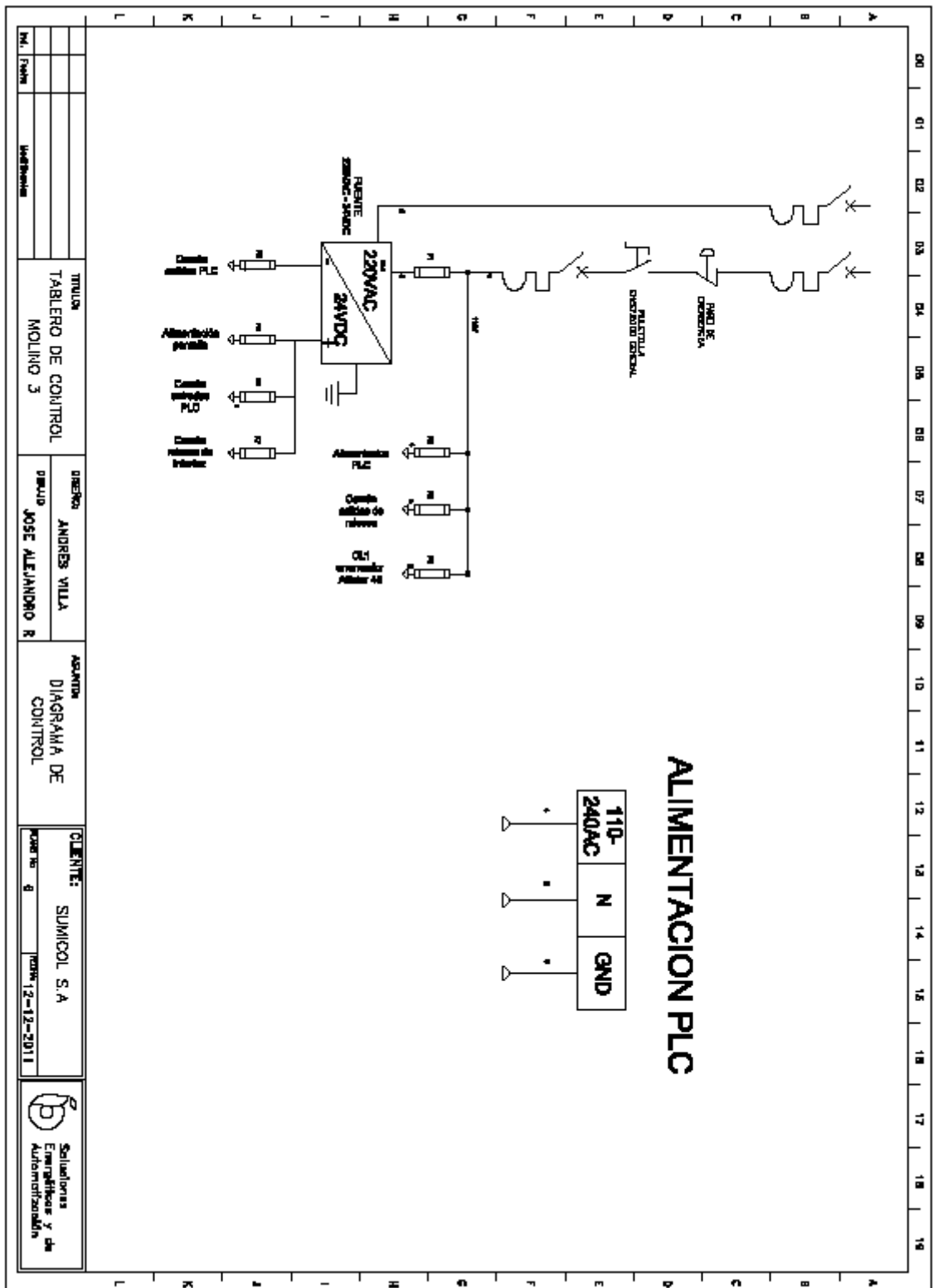
cumplen los actuadores. Cada circunferencia representa el estado en el que se puede encontrar cada motor que compone el molino Anivi número tres. Si la marca pasa de estado (circunferencia), quiere decir que el motor está en funcionamiento. Dependiendo de éstos, el sistema cambia de estado y comienza a seguir la secuencia lógica que esta red muestra en la figura 7.

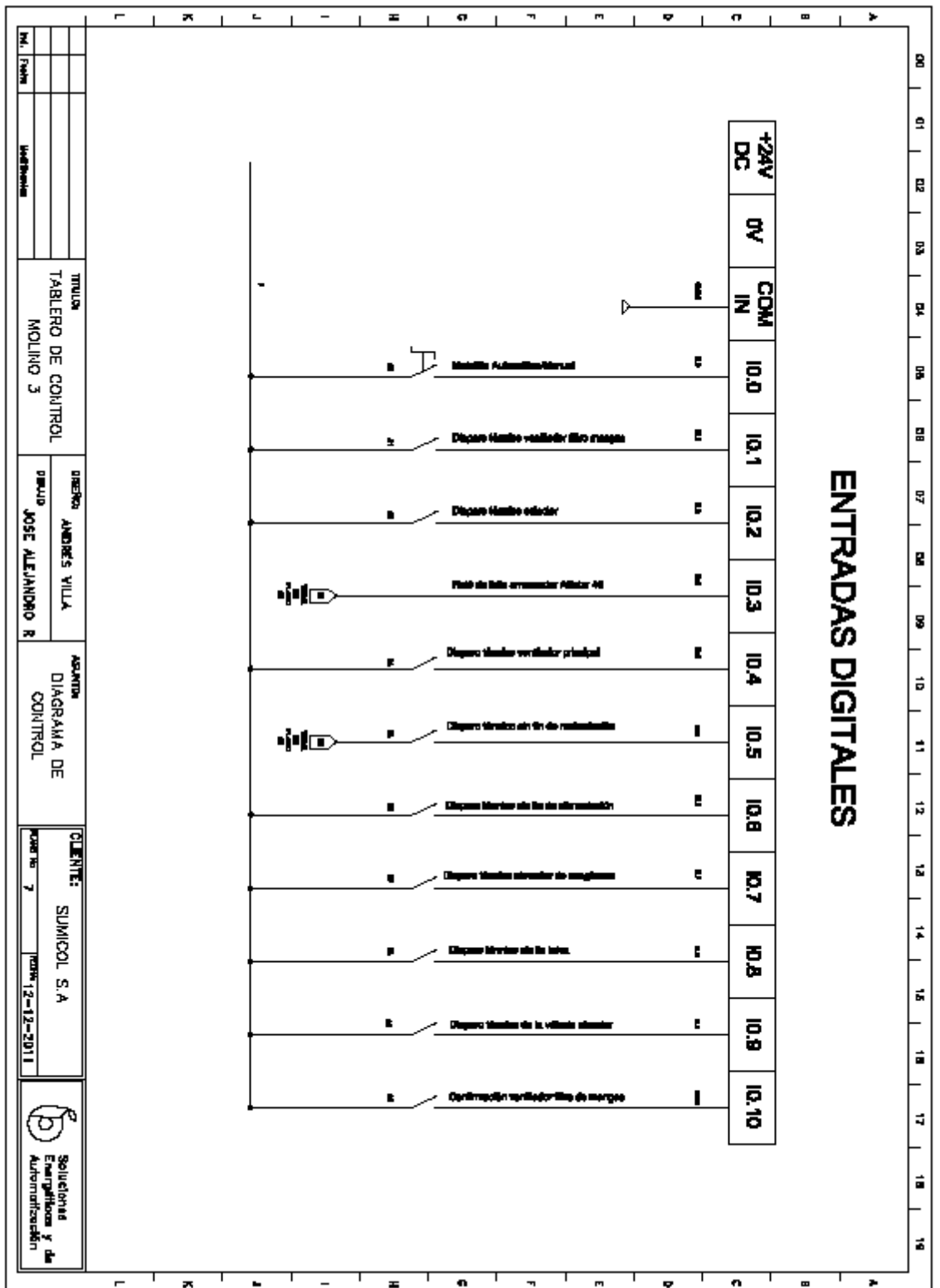
Cuando la Red de Petri está operando y por algún motivo se detiene la secuencia lógica inmediatamente vuelve la marca a su estado inicial (apagado). Para volver a restablecer dicha secuencia se debe iniciar nuevamente la Red.

6.3 PLANOS ELÉCTRICOS

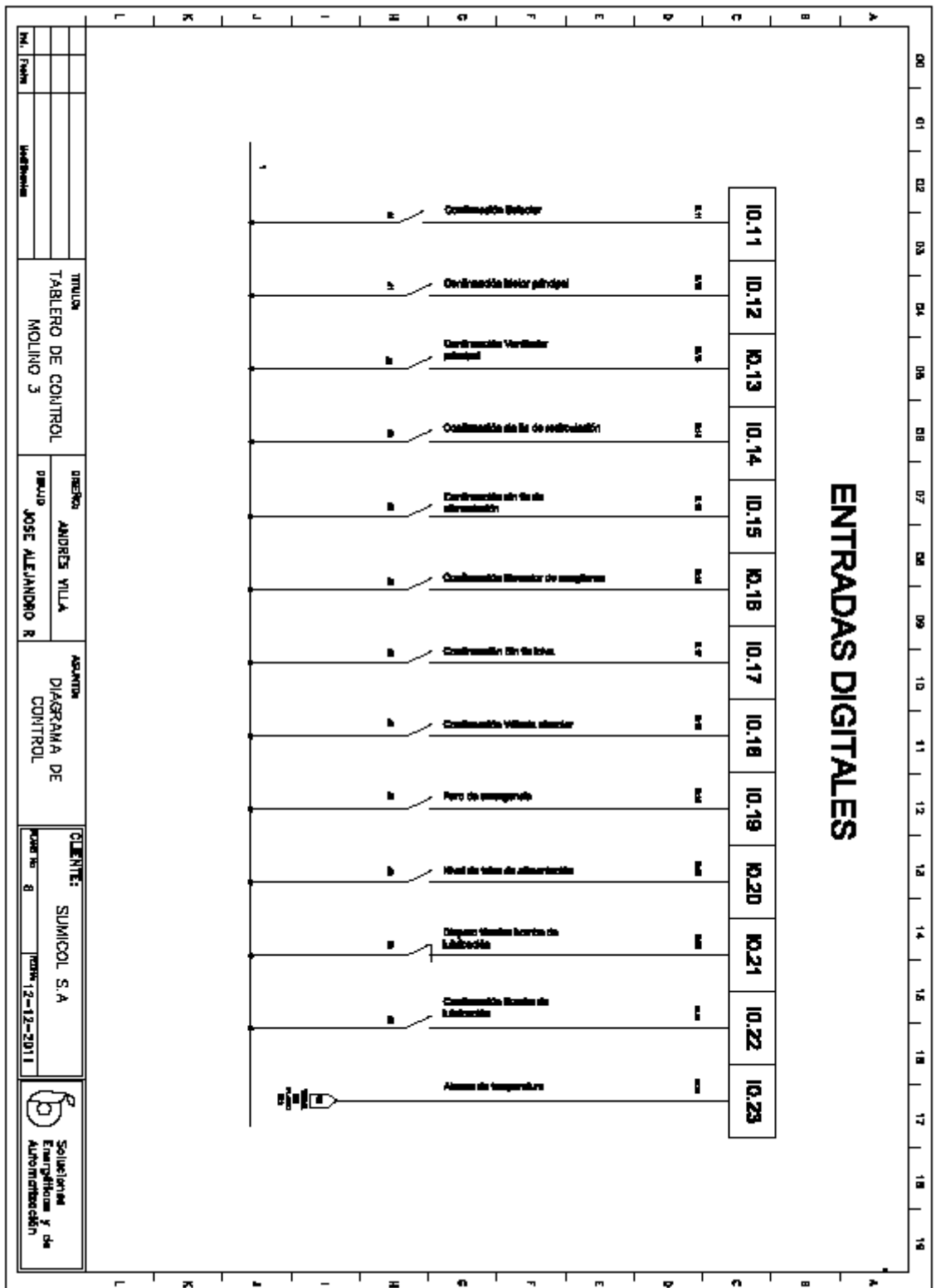
6.3.1 Diagramas de control







ENTRADAS DIGITALES



TITULO
TABLERO DE CONTROL
 MOLINO 3

DISEÑO
ANDRÉS VILLA
 DIBUJO
JOSE ALEJANDRO R

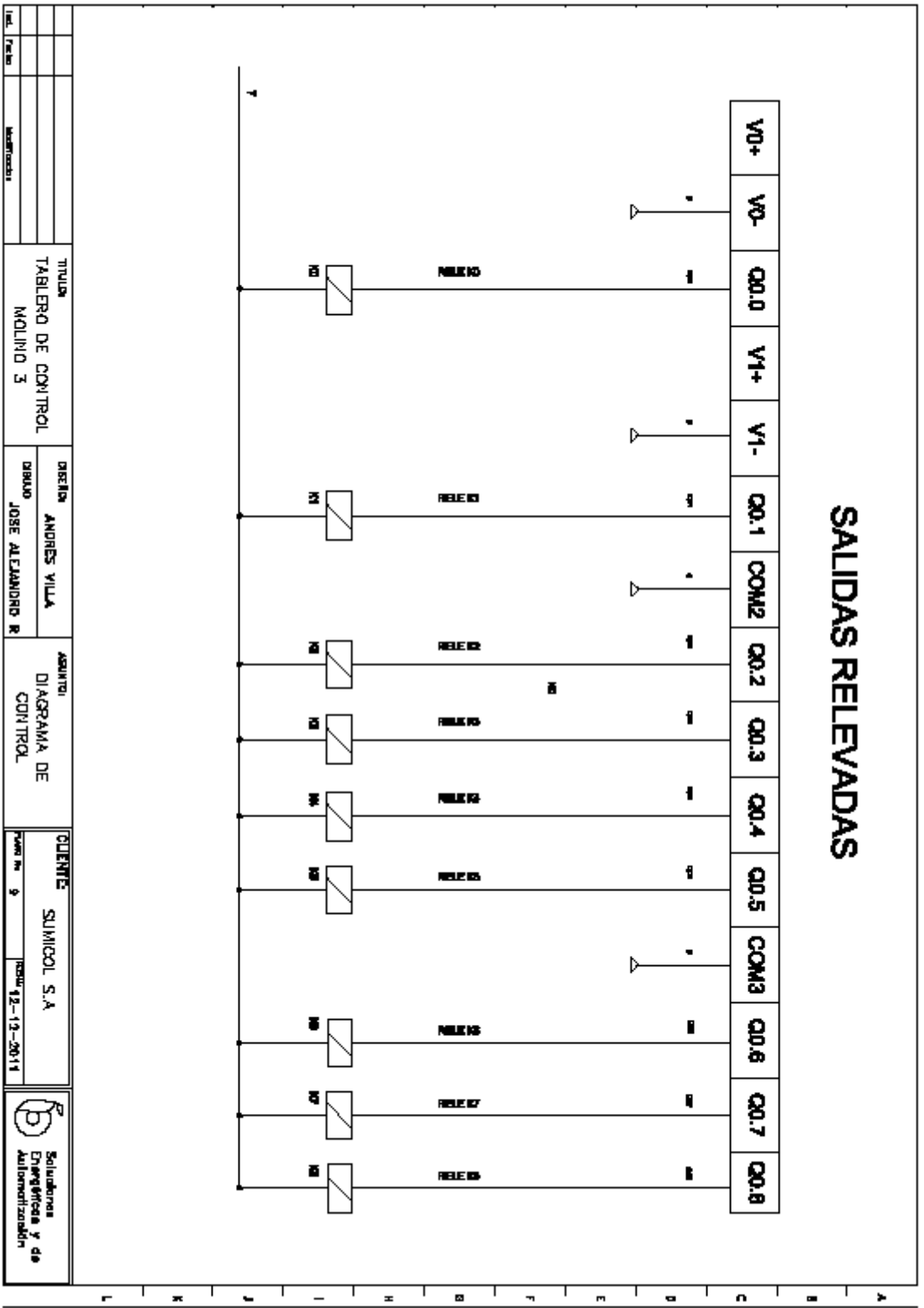
ASUNTO
DIAGRAMA DE CONTROL

CLIENTE:
SUMICOL S.A

No. de B
 Fecha: 12-12-2011

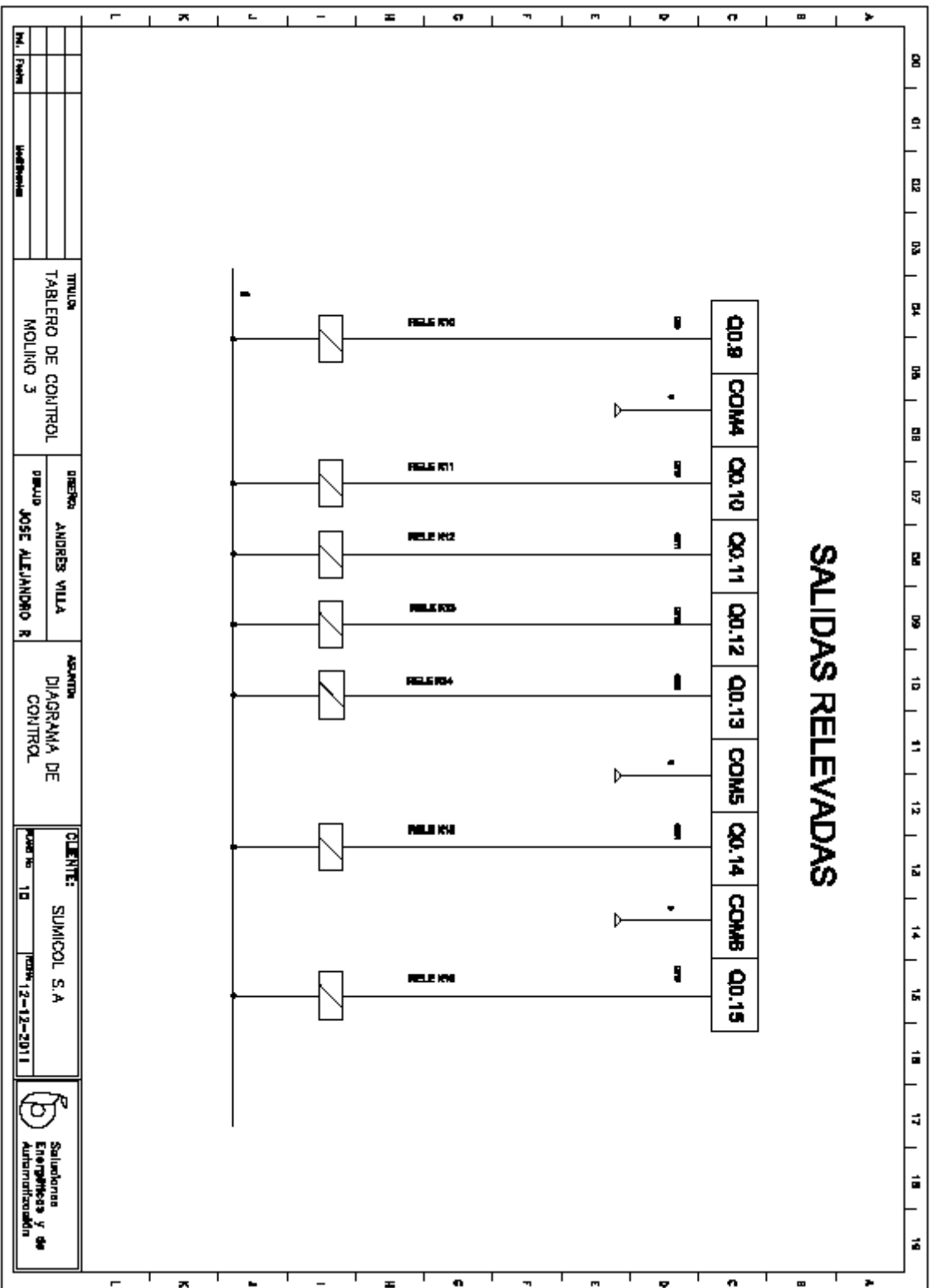


SALIDAS RELEVADAS



TITULO	TABLERO DE CONTROL			DISEÑO	ANDRÉS VILLA
AUT.	MOLINO 3	DIBUJO	JOSE ALEJANDRO R		
REVIS.		ASUNTO:	DIAGRAMA DE CONTROL		
MATERIALES		CLIENTE:	SUMICOL S.A		
		Folio No.	9	Fecha	12-19-2014

SALIDAS RELEVADAS



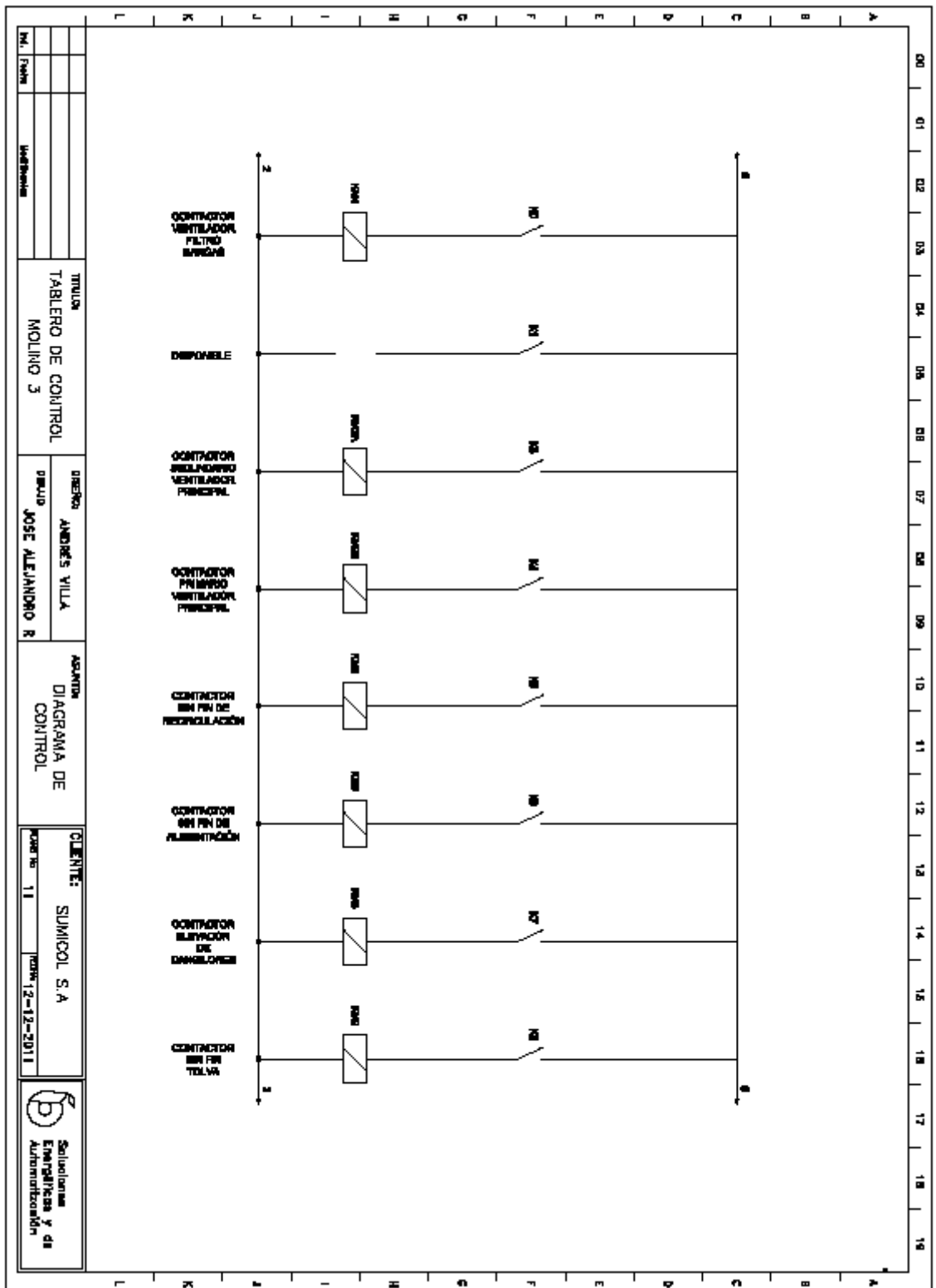
TITULO
TABLERO DE CONTROL
MOLINO 3

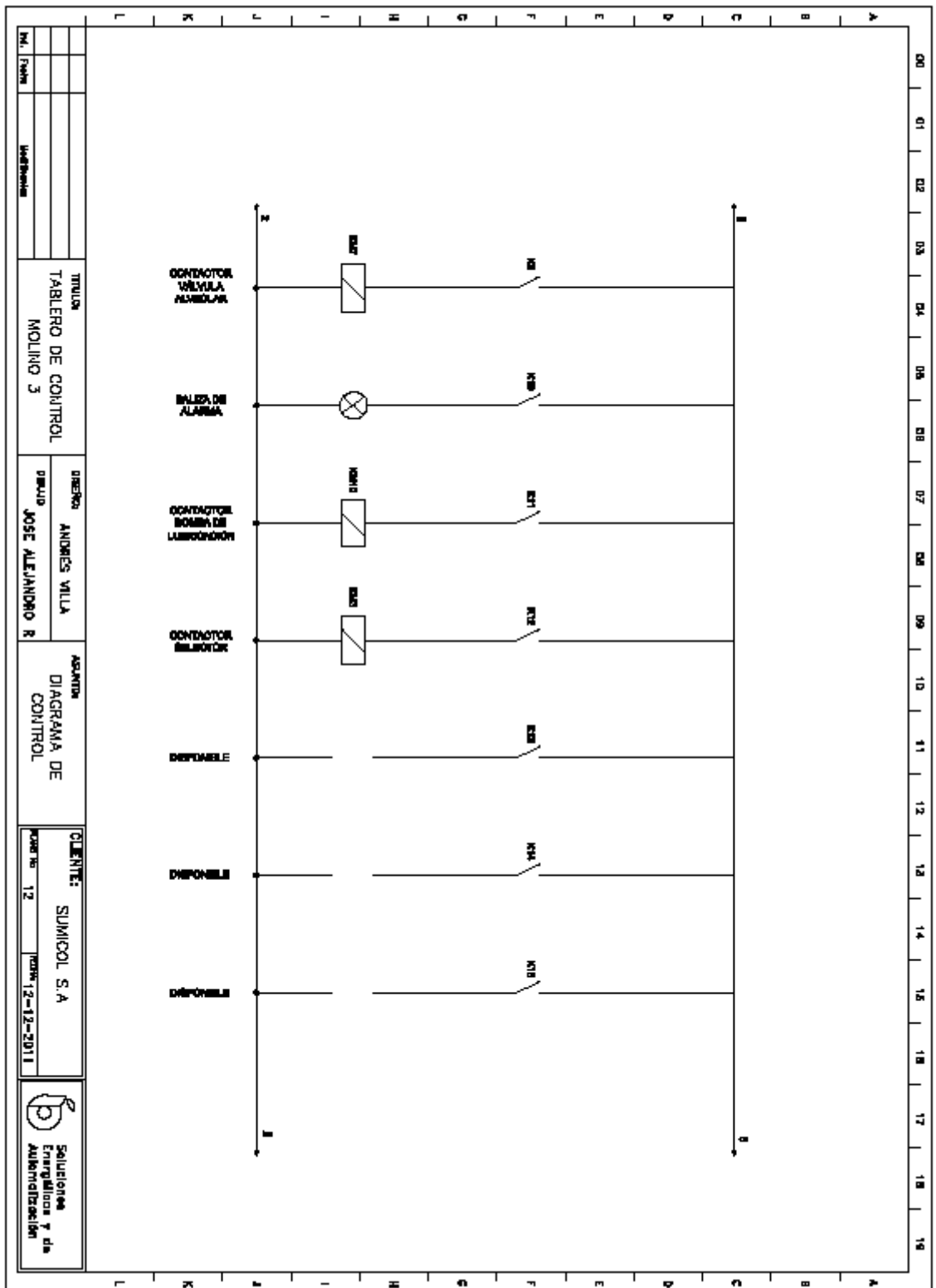
DISENYO
ANDRES VILLA
DISEÑADO
JOSE ALEJANDRO R

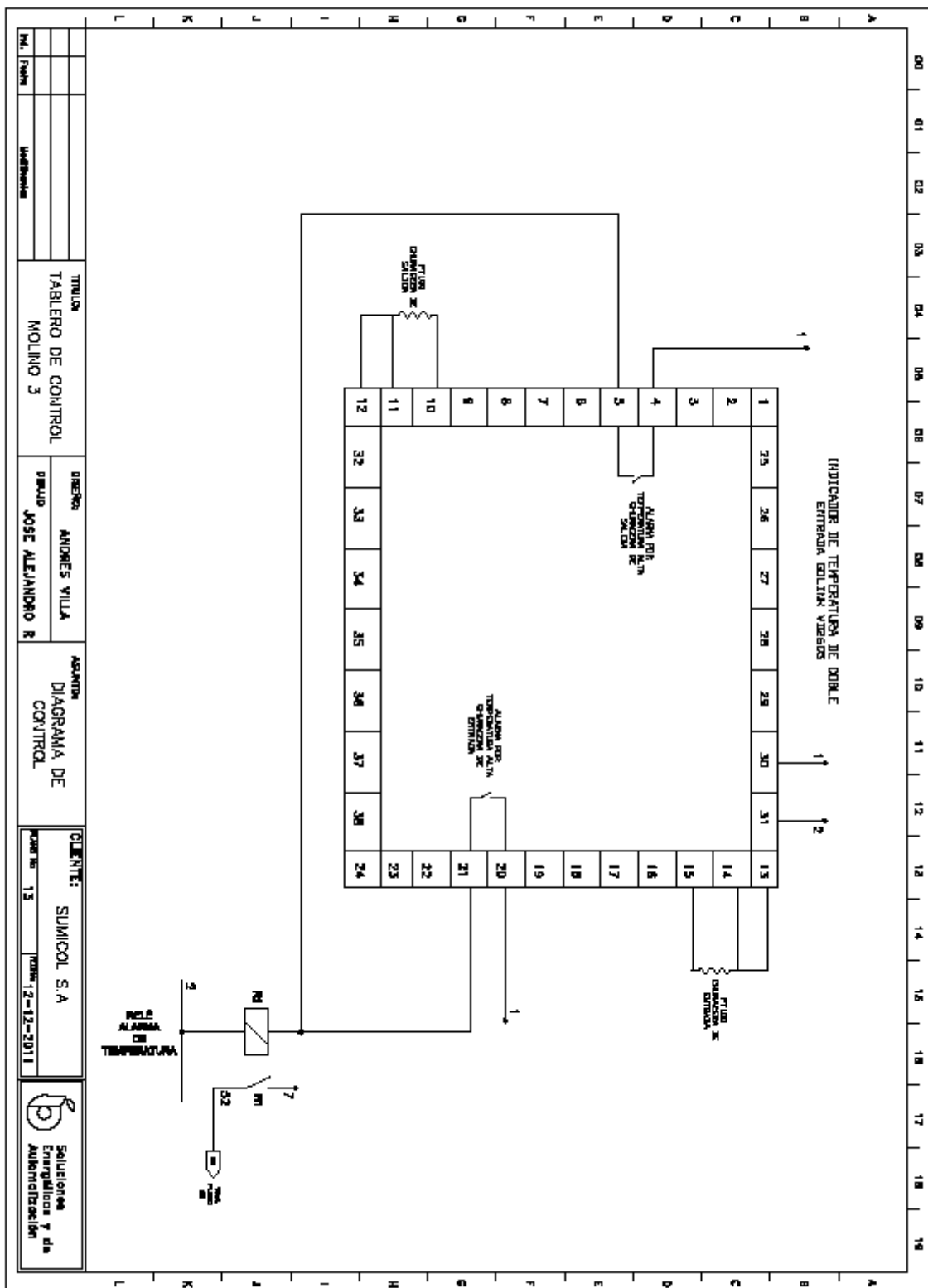
ASPECTO
DIAGRAMA DE
CONTROL

CLIENTE:
SUNICOL S.A
PROYECTO No. 10
FECHA: 12-12-2011





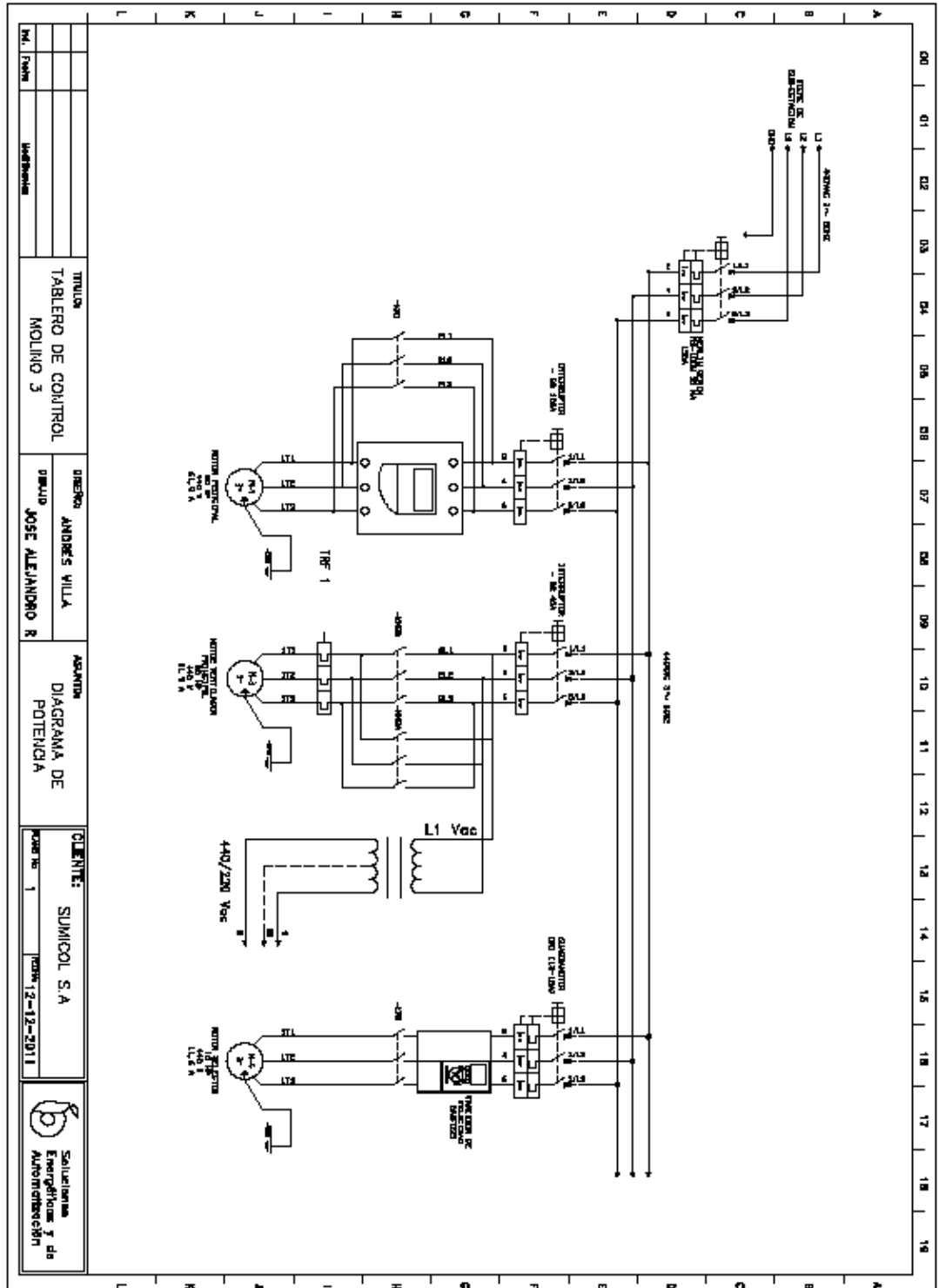


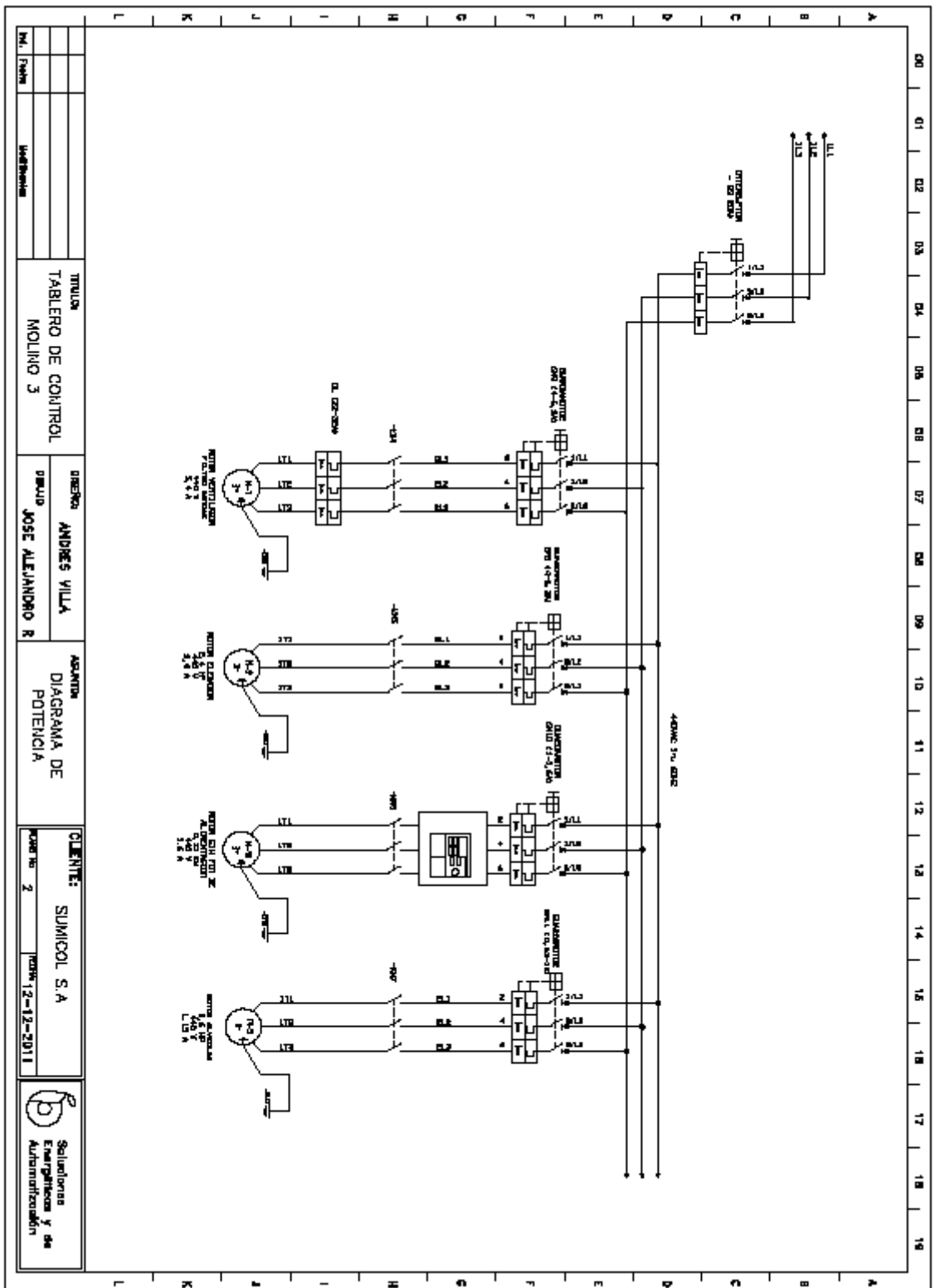


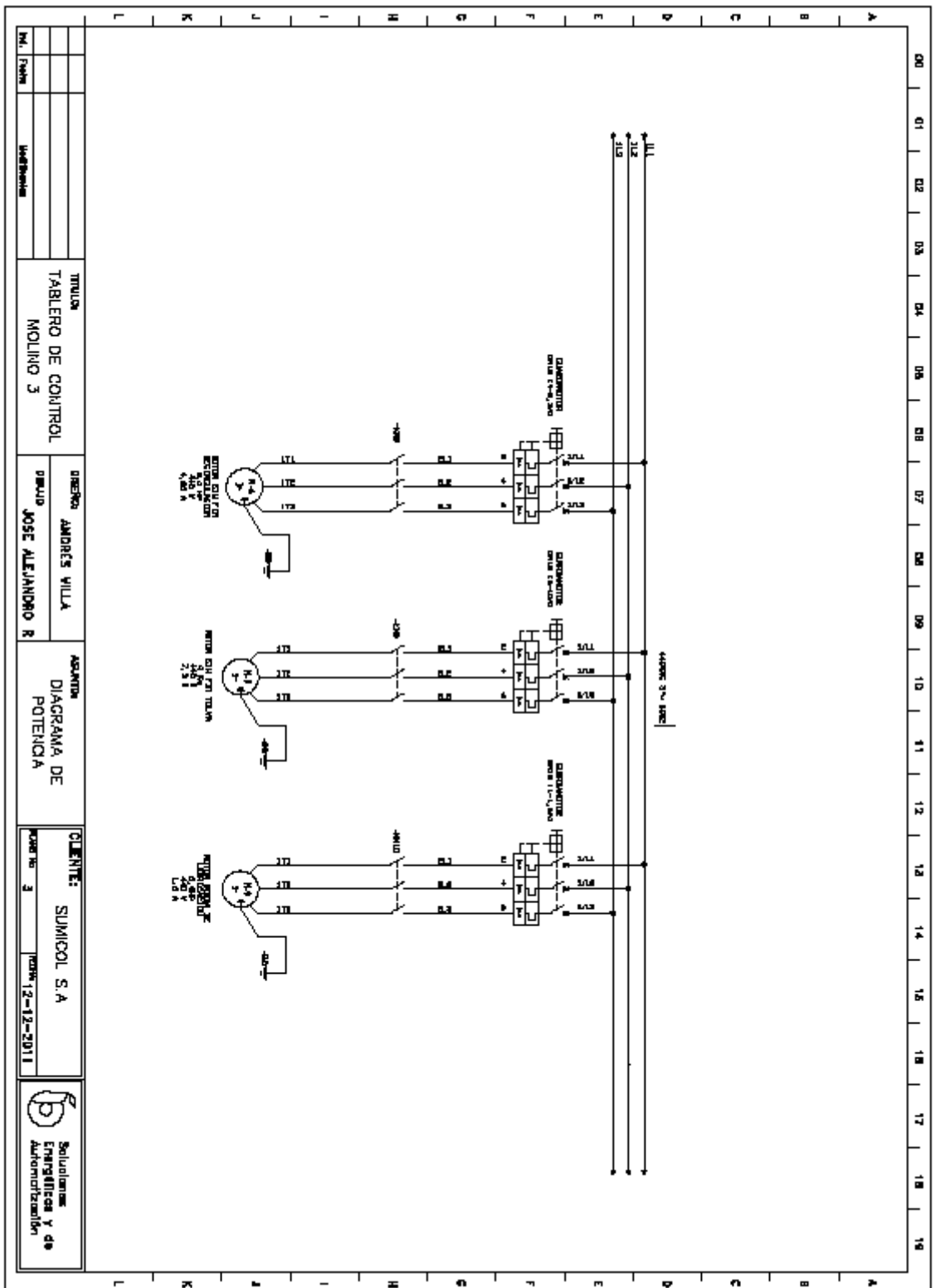
NO. FOLIO	1
TITULO	TABLERO DE CONTROL MOLINO 3
DISEÑO	ANDRES VILLA
ASISTENTE	DIAGRAMA DE CONTROL
CLIENTE:	SUMICOL S.A
FECHA No.	13
FECHA	12-12-2011



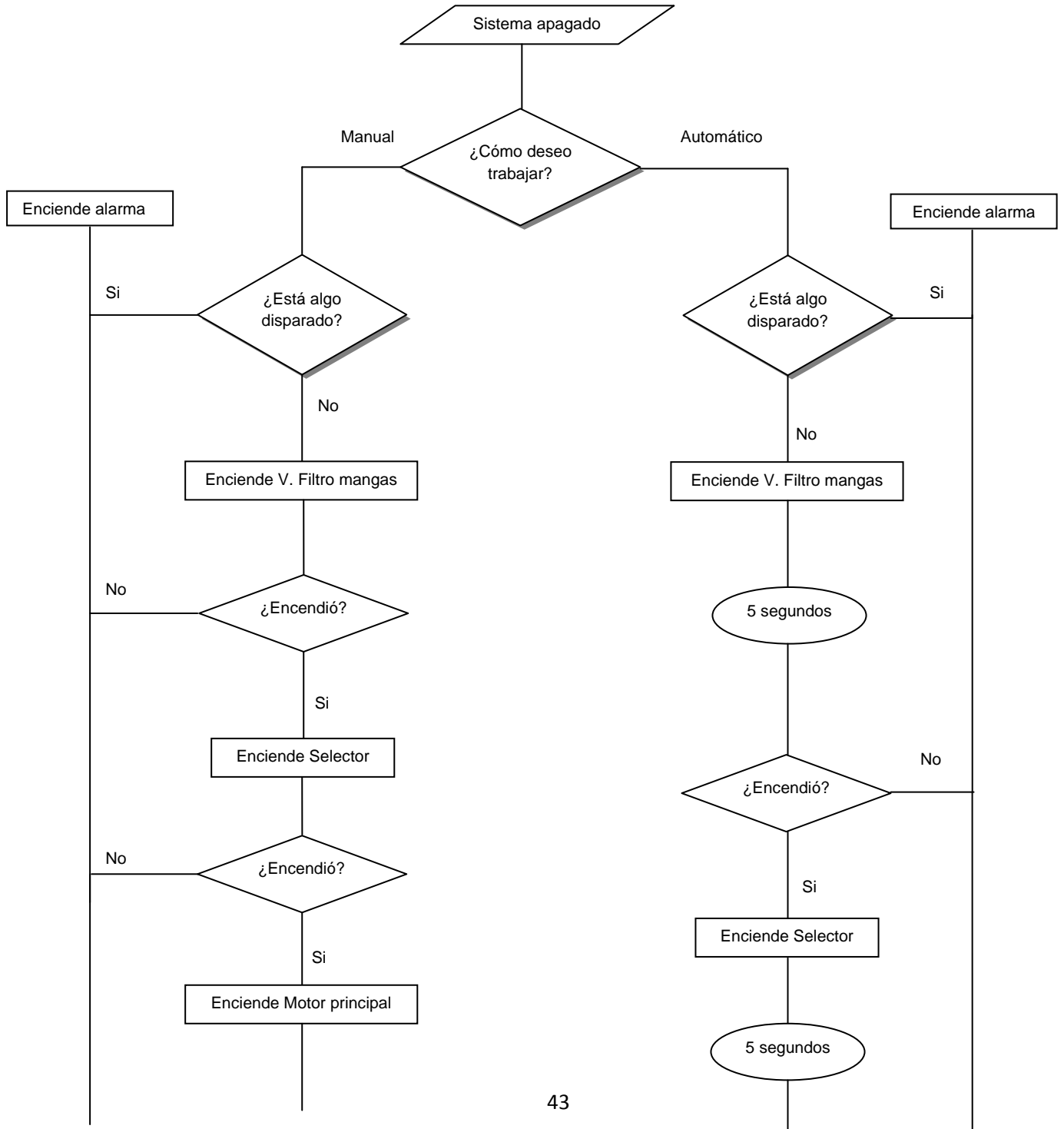
6.3.2 Diagramas de potencia

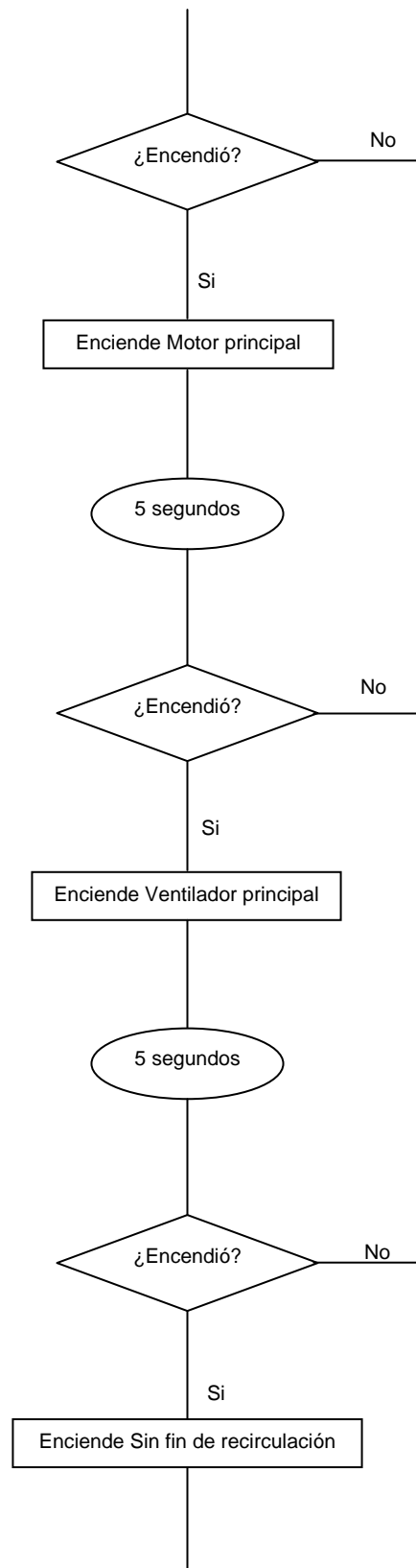
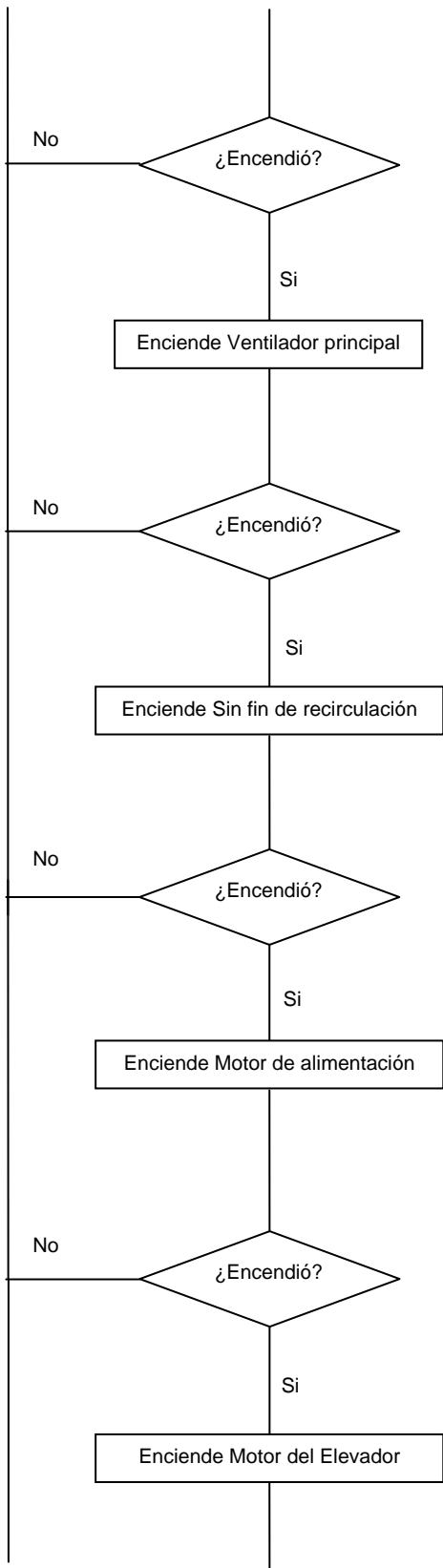


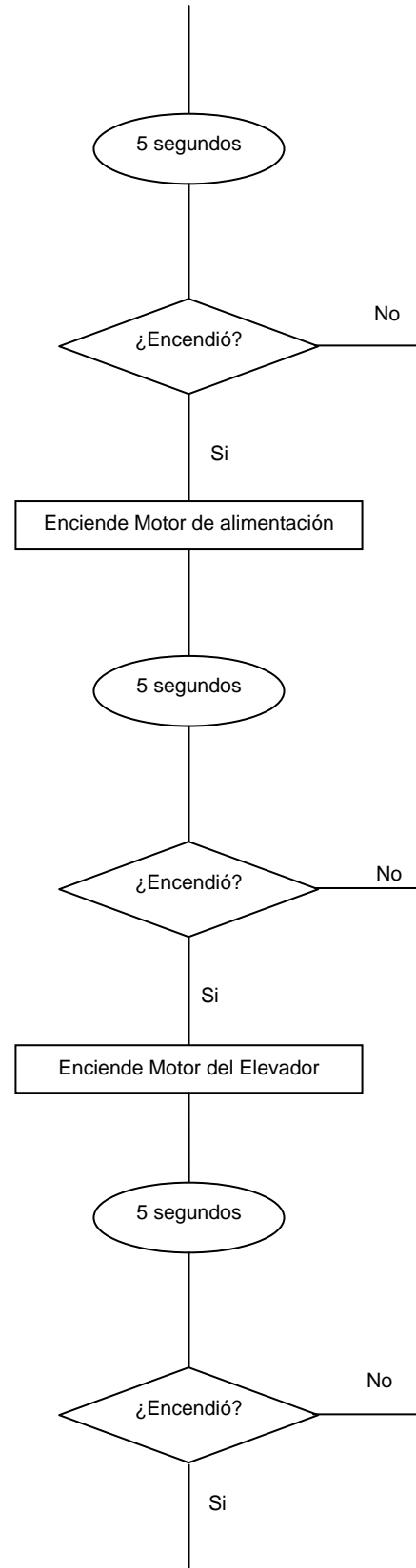
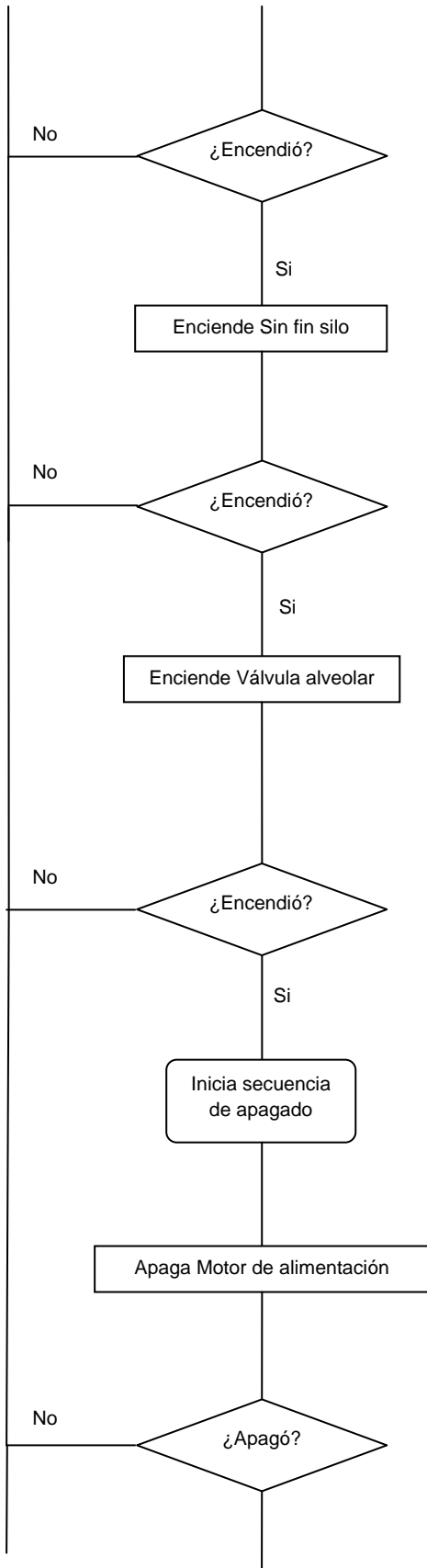


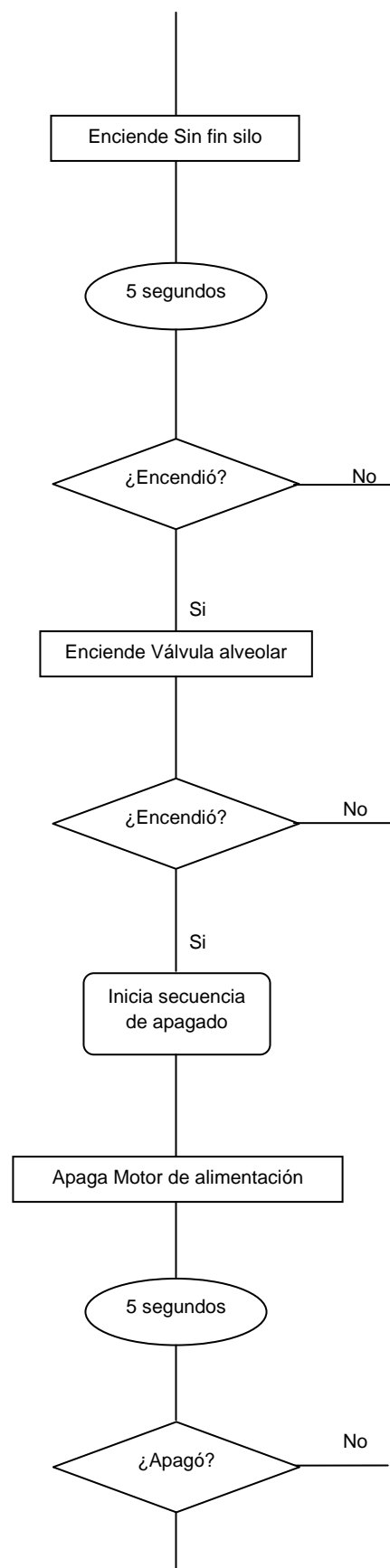
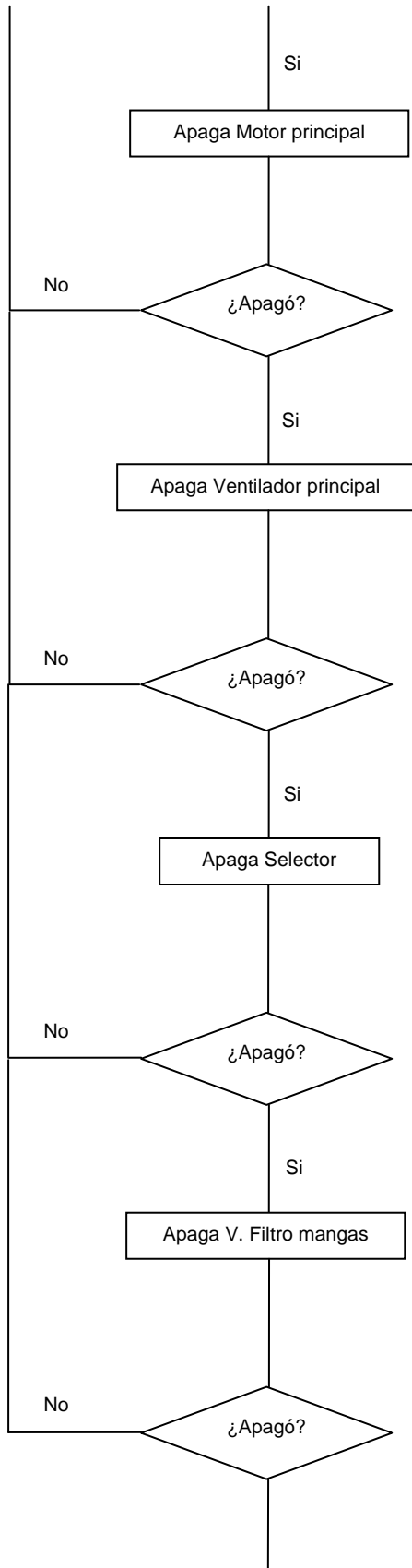


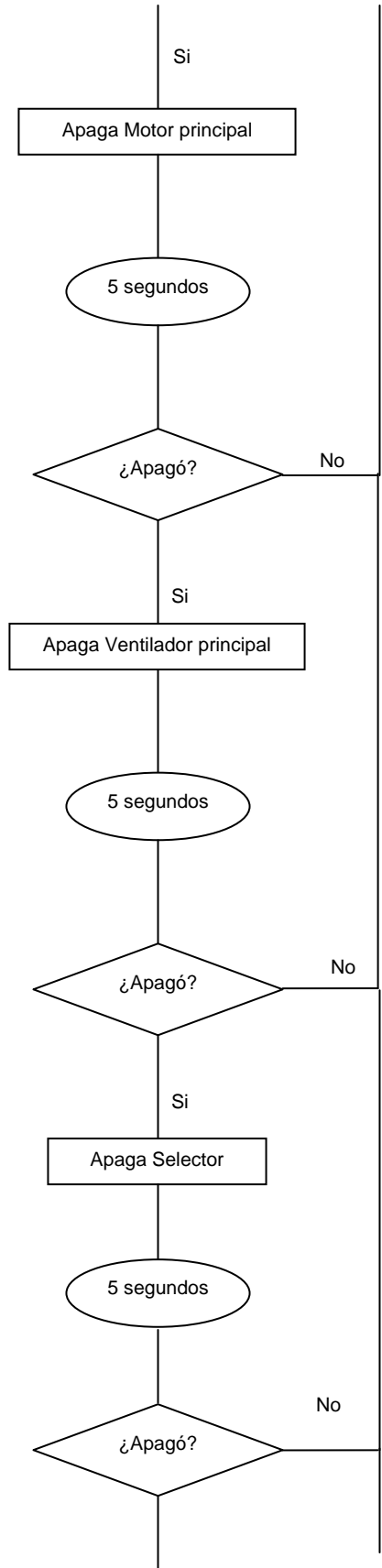
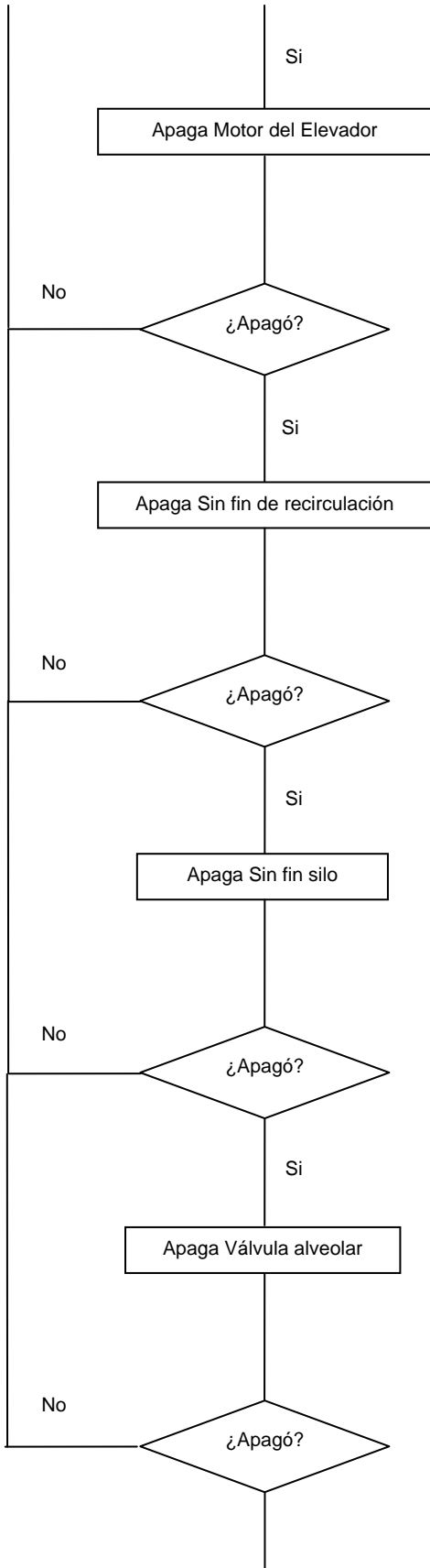
6.4 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA DE AUTOMATIZACIÓN QUE SE UTILIZÓ EN EL MOLINO ANIVI NÚMERO TRES

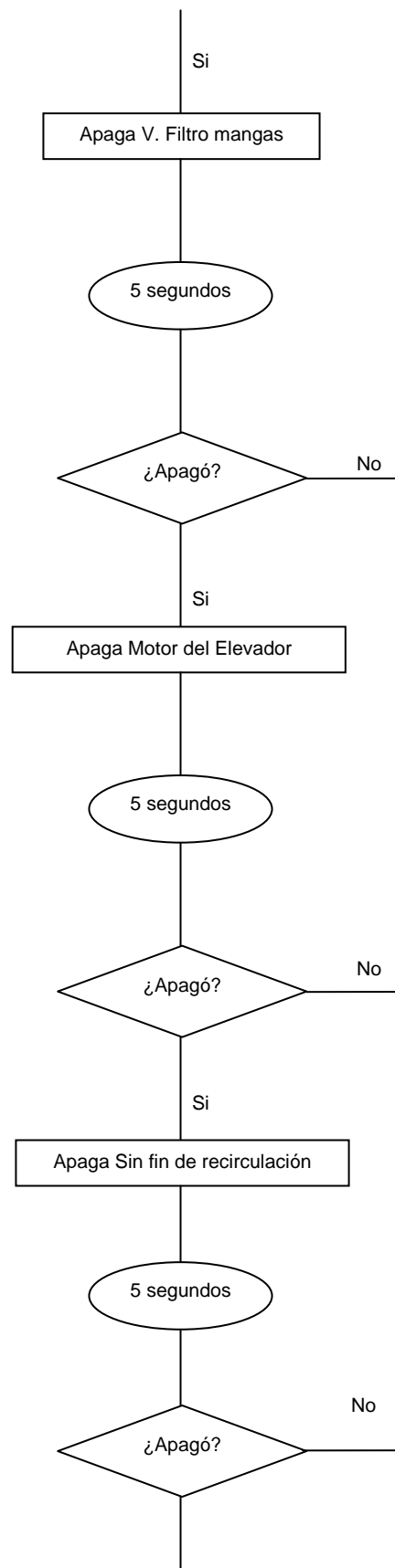
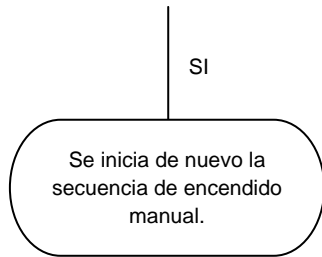


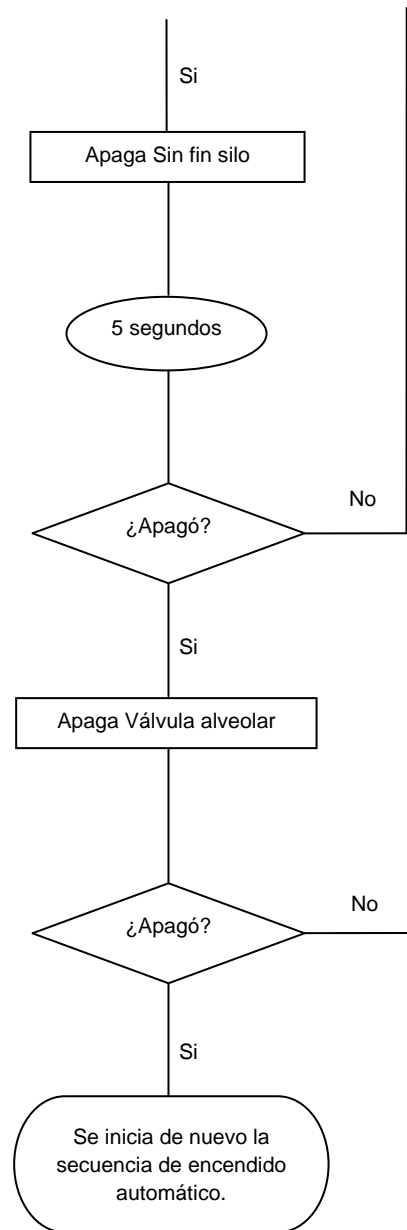












6.5 IMÁGENES DE VISUALIZACIÓN DEL NUEVO TABLERO DE CONTROL Y DE POTENCIA DEL MOLINO ANIVI NÚMERO TRES

Foto 4. Distribución interna del tablero eléctrico.



Fuente: Foto tomada por Andrés Felipe Villa Avilés.

Foto 5. Presentación del tablero eléctrico del molino Anivi número tres.



Fuente: Foto tomada por Andrés Felipe Villa Avilés.

Presentando la foto 4 y la foto 5, queremos exponer la nueva disposición que se tiene del tablero eléctrico del molino Anivi número tres. En la foto 4 podemos ver por filas, la distribución de los variadores de velocidad, el arrancador suave,

guarda motores, totalizadores, contactores y por último la totalidad del control lógico programable.

En la foto 5 podemos ver la presentación del tablero eléctrico del molino Anivi número tres, en el cual fácilmente podemos visualizar las variables como temperatura y energía consumida. También podemos visualizar que se cuenta con una mejor estructura para apoyar el debido proceso que se debe hacer a la hora de un mantenimiento, como lo es el bloqueo del equipo.

7. CONCLUSIONES

- Durante el proceso de automatización del molino Anivi número tres, se concluyó que la utilización de las redes de petri optimizó y mejoró el sistema de producción del molino Anivi número tres.
- También dentro de las conclusiones tiene espacio el hecho de que ya se pueda realizar un uso racional del tiempo y así mejorar el sistema de molienda.
- El sistema de monitoreo de temperatura de las chumaceras de entrada y salida del molino Anivi número tres, inicialmente protege dichas chumaceras de los sobrecalentamientos y también evita posibles averías en el molino.
- Para finalizar las conclusiones se llegó a la mejora del proceso de lubricación del molino, el cual consiste que dentro de un periodo de tiempo el PLC comunica a la HMI un mensaje de alarma mostrando que ya es hora de lubricar algunas partes del molino tales como la piñonería, chumaceras, entre otros.

8. RECOMENDACIONES

- La primera recomendación que les queremos hacer a la empresa SUMICOL - CORONA es la de controlar la cantidad de material que recircula al tambor por medio de unas celdas de carga debidamente automatizadas con estos mismos dispositivos que se utilizaron para el proceso de automatización del molino Anivi número tres.
- Como siguiente recomendación, sugerimos a la empresa SUMICOL - CORONA automatizar el resto de molinos o los molinos faltantes, ya que ello mejora el proceso de producción de la empresa. Así se obtendrán ventajas muy importantes a la hora de analizar costos y tiempo. A dichos molinos faltantes se les debe de implementar también los sensores de temperatura para protección, mantenimiento preventivo y correctivo de las chumaceras del tambor. Valga la aclaración que en dicho mantenimiento se tiene en cuenta la lubricación de todo el molino.

BIBLIOGRAFÍA

GRANDA, Mercedes. Redes de Petri. Programación concurrente. España: Universidad de Cantabria, 2011. p. 2

OCAMPO, Jauder. Introducción a los autómatas programables. Medellín: Pascual Bravo, 2010. p. 33 y 37

CIBERGRAFÍA

ANONIMO. Electricidad (en línea). [Consultado 07 diciembre de 2011]. Disponible en: <http://juanca7.blogspot.com/2009/09/plc-twido.html>

ANONIMO. Redes de Petri (en línea). [Consultado 01 diciembre 2011]. Disponible en: <http://www.mitecnologico.com/Main/RedesDePetri>

ROCATEK. PLC avanzado (en línea). [Consultado 05 diciembre 2011]. Disponible en: http://www.rocatek.com/forum_plc2.php

RODAS BARRIENTOS, Gianni. Tecnología del molino de bolas (en línea). [Consultado en diciembre 07 de 2011]. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos37/molino-de-bolas/molino-de-bolas.shtml>

SMB MINING AND CONSTRUCTION MACHINERY. Molino de bolas (en línea). [Consultado 01 diciembre 2011]. Disponible en: http://es.sbmchina.com/ball_mill.html