

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE DESENRROLLADO
MEDIDA Y CORTE DE FIERRO SILICOSO
SUMINISTRADO EN CARRETE

INFORME DE SUFICIENCIA
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR:
JOSÉ LUIS ÁLVAREZ SAMANA

PROMOCIÓN
1997 – I

LIMA – PERÚ
2008

**AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE DESENROLLADO
MEDIDA Y CORTE DE FIERRO SILICOSO
SUMINISTRADO EN CARRETE**

A mis padres que me dieron los valores sólidos para enfrentar los obstáculos de la vida y alcanzar el éxito.

SUMARIO

En el presente proyecto se emplean las herramientas de automatismos que actualmente son usadas para el control de movimiento y se encuentran disponibles en el mercado.

El objetivo del trabajo realizado es dar las pautas necesarias al lector que tenga la necesidad de la implementación de un control automático del proceso productivo donde se distinguen tres actividades específicas que son:

- El desenrollado automático de un material que viene en rollos,
- La medición automática del material,
- El corte y traslado del producto en forma automática.

En el capítulo I se hace la descripción del proceso antes de la automatización, se indican las dificultades que aparecen en cada actividad del proceso productivo. Se remarca lo referente al tema de la seguridad del personal operativo.

En el capítulo II se describe el proceso productivo con la implementación del control automático.

En el capítulo III se describe los equipos que van a ser integrados al proceso y el papel que desempeñan dentro de este.

En el capítulo IV se desarrolla toda la ingeniería del sistema que considera la selección de los equipos de acuerdo a lo que demanda del proceso. Se incluye los diagramas lógicos de control necesarios para el desarrollo del programa de control automático.

ÍNDICE

PRÓLOGO	1
CAPÍTULO I	
PROCESO DE CORTE ANTES DE LA AUTOMATIZACIÓN	
1.1 Información General	2
1.2 Descripción de la Operación del Proceso	2
1.2.1 Traslado de la bobina	3
1.2.2 Desenrollamiento de la bobina	3
1.2.3 Medición de la lámina	3
1.2.4 Corte de la lámina	4
1.2.5 Recursos humanos de la operación del proceso	4
CAPÍTULO II	
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE AUTOMATIZACIÓN	
2.1 Introducción	6
2.2 Descripción de la Operación del Proceso	6
2.2.1 Traslado y alineación de la bobina	6
2.2.2 Ingreso de datos de corte	7
2.2.3 Desenrollamiento de la bobina	7
2.2.4 Medición de la longitud de corte de la lámina	8
2.2.5 Corte y retiro de la lámina	9
CAPÍTULO III	
EQUIPAMIENTO DEL SISTEMA AUTOMÁTICO	
3.1 Introducción	11

3.2	Equipamiento de Control del Sistema	11
3.2.1	Tablero de Control	11
3.2.2	Autómata Programable	13
3.2.3	Consola del Operador	13
3.2.4	Panel Visualizador	13
3.2.5	Motor Reductor	14
3.2.6	Variador de frecuencia	15
3.2.7	Detector Fotoeléctrico Emisor Receptor de Presencia	15
3.2.8	Codificador óptico	16
3.2.9	Servomotor	17
3.2.10	Servodrive o Amplificadores	19
3.2.11	Detectores inductivos	20
3.2.12	Sujetador neumático	20
3.2.13	Bomba Hidráulica – Cizalla	20
3.2.14	Detectores Inductivos – Cuchilla	21
3.2.15	Pistón botador	21

CAPÍTULO IV

INGENIERÍA DEL SISTEMA

4.1	Introducción	22
4.2	Diagrama Lógico de Control	22
4.3	Identificación de señales para el control	23
4.4	Selección de Actuadores y Controladores	24
4.4.1	Selección del Motor reductor	24
4.4.2	Selección y características del Variador de Frecuencia	25

4.4.3 Selección del Servomotor	26
4.4.4 Selección del Codificador óptico	27
4.4.5 Selección del Servodrive	27
4.4.6 Selección del PLC	28
4.4.7 Módulo de Salida Digitales DO	28
4.4.8 Módulo de Entrada Digitales DI	29
4.4.9 Procesador	30
4.4.10 Fuente de poder del PLC	30
4.4.11 Módulo de interfase	30
4.4.12 Direccionamiento de señales del PLC	30
4.5 Codificación del Equipamiento	31
4.6 Esquemas Eléctricos de Circuito de Alimentación Eléctrica	31
4.7 Esquemas Eléctricos de Control	31
4.8 Ductería de instalación de fuerza, control y comunicación	32
4.9 Arquitectura de Comunicación	33
4.10 Equipos auxiliares al equipamiento de control	33
4.10.1 Estabilizador de control	33
4.10.2 Fuente de alimentación de 24 voltios DC	34
4.10.3 Cableado de Control	34
4.11 Tablero de Control	34
4.12 Panel Operador Hombre Máquina	35
4.13 Sistema de Tierra	36

CONCLUSIONES	37
ANEXOS	39
ANEXO A	40
ESQUEMAS ELÉCTRICOS	
ANEXO B	60
DIAGRAMAS LÓGICOS	
ANEXO C	73
CUADROS CAPÍTULO IV	
BIBLIOGRAFÍA	77

PRÓLOGO

La industria manufacturera actual requiere de precisión en las medidas de los materiales que utiliza para la elaboración de un determinado producto, en tal forma de no desperdiciar ningún excedente de las materias primas y esto se ve reflejado en el momento que se realiza el costeo del producto terminado.

Otro punto importante en la industria manufacturera es el material que no se puede reciclar por que no cumple con las medidas estándar. Esto ocurre generalmente por error del personal operativo que equivocó alguna medición y realizó un corte de material que no podrá ser utilizado en la elaboración del producto final, de la misma manera, esto se vera reflejado en el costeo del producto terminado.

Cuando en un proceso productivo, la persona humana esta presente, la tasa de producción no será la misma a lo largo del día, dependerá de muchos factores que afectan a la persona y directamente se refleja en el proceso de fabricación. Un ejemplo lo tenemos cuando la persona ingresa a trabajar, digamos esta fría y tiene que ponerse en forma hasta que toma el ritmo, su eficiencia aumenta y permanece así hasta que la jornada esta por terminar, la persona se cansa y el ritmo decae.

Todo esto ha hecho que la ingeniería busque soluciones y sofistique cada vez mas los procesos de producción para contrarrestar la “mala” o mejor dicho “*la no conveniente*” eficiencia de la persona en el proceso de producción.

La tecnología actual nos brinda una variedad de productos que suplen la operación de las personas en muchos casos y hacen que el proceso productivo no se vea afectado por los estados de ánimo del operador.

El presente trabajo se ha realizado bajo la óptica de mejorar la eficiencia en un proceso productivo, reemplazando al operador humano para que busque en su creatividad nuevas fuentes de riqueza y no simplemente se piense que estamos generando desempleo.

CÁPITULO I

PROCESO DE CORTE ANTES DE LA AUTOMATIZACIÓN

1.1 Información general

En la fabricación de transformadores de distribución y de potencia, una de las partes importantes del proceso, es la fabricación del núcleo magnético, donde se insertan los arrollamientos de cobre.

Este núcleo es laminado, siendo el material fierro silicoso de grano orientado y varía de forma, dimensiones, que dependen de varios parámetros como son la potencia del transformador, el tipo de transformador, el uso, etc.

Las láminas por lo general son suministradas como bobinas que tienen un espesor y un ancho normalizados y vienen en longitudes que varían entre los 400 metros y 600 metros como promedio. Los pesos están oscilando en el rango de 500 Kilogramos y 2 Toneladas métricas.

Estas bobinas tienen que ser desenrolladas, medir la longitud de corte y cortadas con dimensiones que varían entre 300 milímetros a los 1000 milímetros como promedio. La longitud y el ángulo de corte dependerán del diseño del fabricante del transformador.

El proceso de corte antes de la automatización se realiza de una forma rudimentaria, siendo el factor principal el recurso humano, distribuyéndose estos recursos según las características del proceso.

El proceso en sí, engloba el desenrollamiento de la bobina, la medición de la lámina a cortar, el corte que se realiza con una cizalla hidráulica y el retiro del producto.

En el presente trabajo llamaremos “carrete”, “bobina”, “rollo” a la bobina de fierro silicoso, de la misma forma denominaremos “producto”, “lámina”, a la lámina de fierro silicoso que tiene la medida para ser cortada o que ya ha sido cortada.

La lámina 1.1 “Proceso de Corte Antes de la Automatización” nos muestra esquemáticamente la operación antes de la implementación de la automatización del proceso.

1.2 Descripción de la operación del proceso

En la elaboración del producto se distinguen las siguientes etapas:

- Traslado de la bobina

- Desenrollamiento de la bobina
- Medición de la lámina
- Corte y traslado de la lámina

A continuación se describe cada una de las etapas

1.2.1 Traslado de la bobina

La bobina se traslada por medio de un cargador frontal (llamado también montacargas) desde un almacén hasta la sala de corte. El montacargas deberá tener la capacidad suficiente para la maniobra de la bobina de manera de cubrir los diferentes pesos con que vienen los rollos. Además el montacargas servirá para el montaje del carrete en el soporte de desenrollamiento de la bobina.

El soporte de desenrollamiento esta compuesto por un eje, un par de caballetes y un sistema de topes en el eje que no permiten el deslizamiento del carrete en el momento de desbobinamiento.

Para esta etapa, solo se necesita de la participación del montacarguista que levanta, traslada y coloca en el soporte la bobina, un operario lo ayuda a instalar el rollo en el soporte.

1.2.2 Desenrollamiento de la bobina

Terminado el traslado de la bobina, dos operarios haciendo uso de los implementos de seguridad y con los procedimientos aprobados, retiran el desembalaje del rollo y descubren un extremo de la bobina, sin embargo dependiendo de las dimensiones y peso de la bobina, el número de personal podrá incrementarse.

Estas personas desenrollan la bobina de manera que van alimentando al operario que realiza la medición.

1.2.3 Medición de la lámina

El proceso de medición de la lámina emplea dos personas, adicionales a las anteriores. Estas se ubican en la mesa de corte y medida donde se localiza también la cizalla.

La mesa consta de una cinta métrica adherida a un lado lateral de la mesa y permite a los operadores realizar la medida de la lámina. Una de estas personas coloca el tope final del corte de acuerdo a la medida y hace que el extremo de la cinta llegue al tope.

La otra persona alimenta de manera que el extremo llegue al tope. Una vez que se tiene la medida, esta persona no permite que la cinta se mueva.

El grupo de personas que tienen el rollo, también hace que no se mueva la bobina para que el corte que se realice, no sea con falla por algún movimiento de la cinta.

1.2.4 Corte de la lámina

El proceso de corte de la lámina es sencillo, la persona que esta en el extremo de la cinta, es la que acciona el pulsador haciendo que la cizalla realice el corte.

Este operario tiene que estar en coordinación constante con las otras personas de manera que cuando se realice el corte, la cinta se mantenga fija, no se mueva la cinta y se produzca un corte fallado.

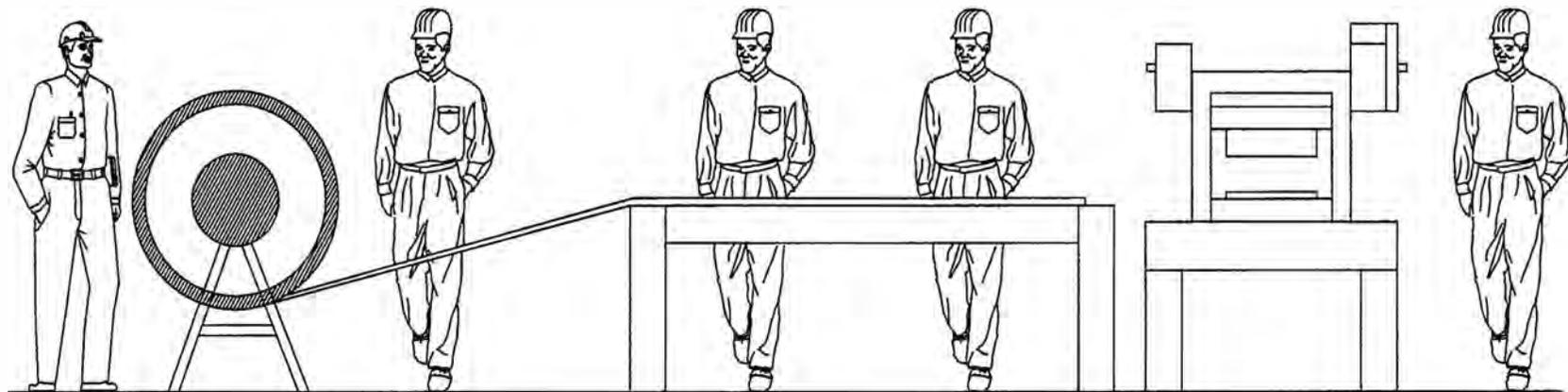
Una vez terminado el corte, la misma persona que acciono el pulsador, procede a retirar la lámina apilándola en otro lugar.

1.2.5 Recursos humanos de la operación del proceso

La principal fuente de producción proviene de los recursos humanos, el proceso requiere de por lo menos dos personas para que realicen el desenrollado del carrete, siendo posible requerir más persona para este proceso y dependerá única y exclusivamente de las dimensiones de peso del carrete.

Dos personas para la medida y la alineación del fleje, y una quinta ejecuta el corte y retira la lámina para el apilamiento respectivo.

En total se requiere 5 personas para tratar que la producción de láminas cortadas sea de alguna manera eficiente.



LAMINA 1.1 PROCESO DE CORTE ANTES DE LA AUTOMATIZACION

CÁPITULO II

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE AUTOMATIZACIÓN

2.1 Introducción

En la descripción del proyecto de automatización se menciona de manera cualitativa como se realizan las distintas etapas del proceso, se hace mención de las nuevas funciones del personal involucrado en el proceso.

Un esquema explicativo de la automatización del proceso se muestra en la lámina 2.1

2.2 Descripción del proceso

Se ha considerado para el proceso de automatización del presente proyecto, las siguientes etapas:

- Traslado y alineación de la bobina.
- Ingreso de datos de corte
- Desenrollamiento de la bobina
- Medición de la longitud de corte
- Corte y traslado de la lámina.

2.2.1 Traslado y alineación de la bobina

El traslado de la bobina de Fierro Silicoso de grano orientado se realiza por medio de un montacargas desde el almacén de materias primas hasta la sala de corte. Además el montacargas sirve para el montaje del carrete en el soporte de desenrollamiento del rollo.

El soporte de desenrollamiento está compuesto por un eje, un par de caballetes y un sistema de topes en el eje que no permiten el deslizamiento del carrete en el momento que la bobina se esta desenrollando.

Un extremo del eje soporte de la bobina estará firmemente fijado con el eje de un motoreductor que es accionado por medio de un variador de frecuencia para poder tener control de la velocidad de desbobinado del carrete.

El eje longitudinal del carrete debe estar alineado con el eje de la mesa de corte de tal forma que en el proceso de desenrollamiento no se produzca pequeñas desviaciones y dificulten el desbobinado del carrete.

El carrete deberá quedar fijo al eje de desenrollamiento por medio de los topes respectivos de manera que la rotación del motoreductor haga que la bobina rote sin ningún tipo de deslizamiento.

2.2.2 Ingreso de Datos de Corte

El acceso del que dispone el operador para acceder al sistema se realiza a través del Panel Visualizador donde se indica por medio de menús el inicio, la pausa, el fin del proceso, se ingresa el valor de la longitud de corte de la bobina, se puede indicar el número de cortes a realizar.

De acuerdo a los diferentes menús se puede operar el sistema por ejemplo de manera manual para hacer la calibración de los rodillos de avance de la lámina, o del desenrollado de la bobina por el variador de frecuencia. Esto lógicamente se tiene que hacer antes de que la máquina opere en forma automática.

Para la operación en modo automático, el operador solo estará monitoreando el proceso, viendo que la máquina opere de manera correcta, chequeado por muestreo que el producto tenga las tolerancias de longitud permitidas.

Los datos son ingresados por el operador al Panel visualizador, este a su vez se comunica con el Controlador Lógico Programable - PLC que actuará de acuerdo al programa interno y a las señales del sistema.

El Panel Visualizador podrá dar un reporte de fallas del proceso de acuerdo a lo programado en el PLC, como son, material atascado, falta de material, etc.

El suministro de datos así como la recepción de los reportes del PLC se realizan por medio de selección tipo menú de pantalla donde se gráfica el sistema de corte.

2.2.3 Desenrollamiento de la bobina

El desenrollamiento de la bobina es controlado enteramente por el variador de frecuencia. La cantidad de fleje a desenrollar esta limitado por dos posiciones fijas que

son controladas por dos sensores de presencia los cuales indican el límite del lazo de bobina que será medido.

Definimos lazo de bobina como el exceso de bobina que esta “suelta“ es decir esta desenrollada y permite a los equipos que realizan el jalado del fleje que esta siendo medido, jalar el tramo de bobina suelta con una mínima resistencia.

Si esto no fuera así, los equipos que realizan el jalado del fleje para la medición, tendrían que jalar todo el peso de la bobina a desenrollar, lo que no hace posible hacer la automatización por que estos equipos no son de potencia suficiente y se hace más dificultoso el control de la inercia que presenta el carrete.

Este lazo esta limitado por dos sensores de presencia, uno de ellos es el indicador de lazo mínimo y el otro es el indicador del lazo máximo.

La velocidad de desenrollamiento del variador de frecuencia se setea a un valor promedio entre los valores de velocidad angular correspondiente a la bobina cuando tiene un radio máximo y un radio mínimo.

Para el caso que la lámina se encuentre o pase por encima del sensor del lazo mínimo, el variador de frecuencia pondrá en marcha al motoreductor hasta que el lazo alcance la posición del lazo máximo que será detectado por el sensor respectivo, evitando de esta manera que haya un excedente de bobina y dificulte el proceso de medición.

Las señales de los sensores de presencia son enviadas al PLC, este a su vez, hace accionar al variador de frecuencia para lograr lo indicado en los párrafos anteriores. Se hace que la velocidad de arranque y de parada es controlada evitando algunas perturbaciones en el fleje por arranques o paradas bruscas.

2.2.4 Medición de la longitud de corte de la lámina

La lámina desenrollada es jalada por medio de un juego de rodillos que tienen su eje firmemente acoplado a un equipo llamado servomotor.

Estos rodillos se encuentran en la mesa de corte y hacen que el fleje se desplace de forma horizontal una longitud exacta que corresponde a la longitud de corte.

Existe un sensor cerca del rodillo de medida que indica al PLC la presencia de la lámina para ser jalada y para efectuar la medición respectiva.

La medición se realiza por accionamiento del servomotor que recibe la señal de la medida del PLC. El servomotor tiene un encoder interno incorporado a su eje y que realiza de una manera exacta la medición de la longitud de la lámina que esta siendo desplazada.

Una vez alcanzada la medida, el servomotor, que es controlado por su servo drive, se detiene, enviando una señal al PLC informando que el valor deseado ha sido alcanzado. En este instante se activan dos sujetadores de lámina, que no permiten ningún movimiento y fijan la lámina a la mesa para el corte con la cizalla.

2.2.5 Corte y retiro de la lámina

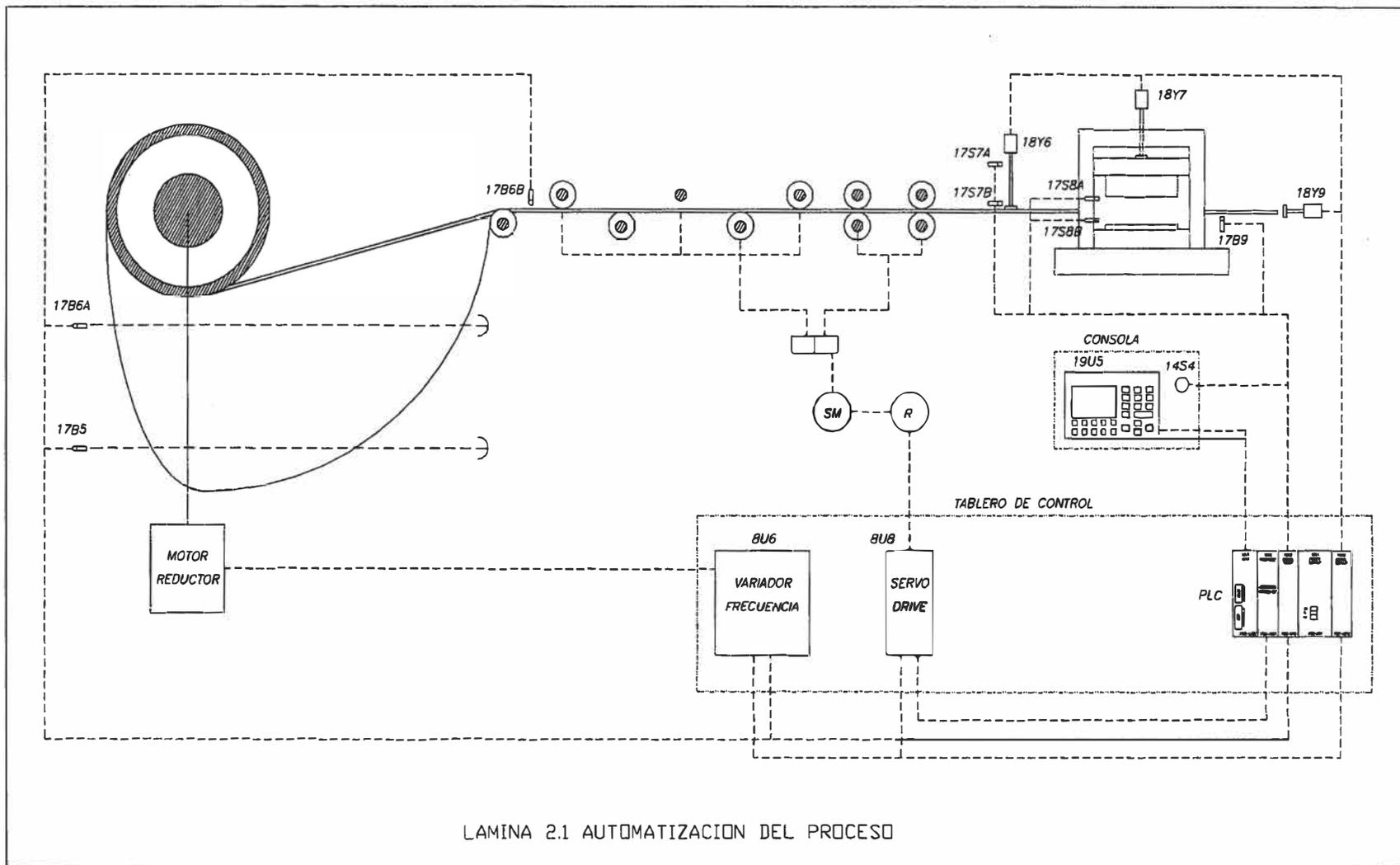
El accionamiento de la cuchilla de la cizalla es realizado por la señal del PLC cuando el sistema esta en modo automático.

El accionamiento de la cuchilla cuando el sistema esta operando en modo manual se realiza por medio de la pulsación de una tecla que el operador de la máquina realiza en el Panel Visualizador.

En el estado de reposo, cuando la cuchilla de la cizalla se encuentra en posición de no corte, esta activado un sensor de posición que le envía una señal al PLC indicando en el estado que se encuentra.

Cuando se ha indicado el corte, la cuchilla se desplaza hasta que llega a la posición más baja, donde se activa un segundo sensor de posición que le envía una señal al PLC indicando la posición en la que se encuentra.

Una vez terminado el corte, la cuchilla regresa a la posición inicial, el PLC desactiva los sujetadores y activa a un pistón que traslada a la lámina de manera que el operador puede retirarla cortada.



LAMINA 2.1 AUTOMATIZACION DEL PROCESO

CÁPITULO III

EQUIPAMIENTO DEL SISTEMA AUTOMÁTICO

3.1 Introducción

En este capítulo se detalla el funcionamiento de los equipos que están directamente involucrados en el proceso de automatización, así tenemos los sensores de presencia, los actuadores neumáticos con los pistones sujetadores, la cizalla con su bomba hidráulica asociada, el autómeta programable, el panel visualizador, el variador de frecuencia y su motoreductor, el servomotor con su servo drive, los codificadores ópticos y el Tablero de Control.

Todo el sistema esta controlado por un autómeta programable llamado también Controlador Lógico Programable y conocido en el entorno eléctrico como PLC.

En este capitulo se estable un énfasis teórico en la etapa de medida, el cual incluye el codificador óptico, servomotor y servodrive.

3.2 Equipamiento del Control del Sistema

La descripción de los equipos utilizados en la automatización, sigue el orden desde el desenrollamiento, medida, corte y traslado de la bobina. Sin embargo comenzamos con el Tablero de control que contiene los equipos de la automatización.

3.2.1 Tablero de Control

El Tablero de Control es un gabinete metálico del tipo autosoportado que tiene en el frente una puerta de una hoja en el que se encuentran instalados internamente los equipos de fuerza y de control.

Para evitar interferencias del tipo inducción electromagnética se han dispuesto los equipos de control desde el nivel medio hasta el nivel superior y los equipos de fuerza del nivel medio hasta el nivel inferior. La distribución de los cables de control y comunicación será por las canaletas ubicada en el lado derecho y los de fuerza serán por canaletas ubicadas en el lado izquierdo.

Este detalle se muestra en la página 05 de los esquemas eléctricos “Disposición de Equipos en Tablero de Control”.

Todos los equipos instalados están debidamente codificados y conectados de acuerdo a los planos eléctricos, los planos de control y una lista de equipos.

El Tablero tiene ventilación forzada, de manera de evitar el calentamiento interno de los equipos instalados, manteniendo una temperatura adecuada de trabajo de 20° C, según las especificaciones técnicas de los fabricantes de los equipos.

La tensión de alimentación que recibe el Tablero de Control es de 460 voltios AC, trifásica, tres hilos, 60Hz. La llegada corriente llega a un interruptor general. Además se conectará a su barra de tierra un cable que viene directamente de un sistema de puesta a tierra.

Todos los equipos del circuito de fuerza son alimentados con una tensión de 460 voltios AC, trifásica, tres hilos, 60Hz. Así tenemos el arrancador directo para control de la bomba hidráulica que controla la cizalla, el variador de frecuencia que controla el motoreductor que desbobina el rollo, el servo drive que controla el servomotor que realiza la medición del fleje.

También se alimenta con una tensión de 460 voltios AC, monofásica, dos hilos, 60Hz al estabilizador de tensión que tiene una tensión de salida monofásica estabilizada de 220 voltios AC y a un transformador de control de tensión secundaria de 220 voltios AC que es para alimentar eléctricamente a los equipos auxiliares del Tablero.

El estabilizador de tensión alimentara a la fuente de 24 voltios DC. Esta fuente provee de 24 voltios DC a los módulos de entrada, salida del PLC y al panel visualizador.

El transformador de control alimenta con 220 voltios AC a la bobina del contactor de Parada de Emergencia, y los equipos de servicios auxiliares como son el ventilador, el tomacorriente y la lámpara de iluminación interna del tablero.

Dentro del tablero tenemos al PLC con sus módulos de entradas, salidas y de comunicación, el servodrive, el arrancador directo, el variador de frecuencia, el rele de emergencia que es activado por la pulsación de los botones paradas de emergencia del sistema.

También se tiene las borneras de control de conexión de los cableados entre el Tablero de Control y los equipos exteriores que se encuentran en el campo.

El Tablero consta de una barra de tierra que interconectan a todos los equipos del circuito de fuerza que se encuentran en el campo y el sistema de puesta a tierra.

Para los aterramientos de los equipos de circuito de control, se usan las borneras de tierra que interconectan todos los equipos y el sistema de puesta a tierra.

3.2.2 Autómata Programable

El Autómata Programable llamado también Controlador Lógico Programable y conocido comúnmente como PLC, se localiza en el Tablero de Control y tiene la función principal de controlar todo el proceso.

Este equipo internamente tiene grabado un programa con la lógica de funcionamiento de todo el sistema.

El PLC se alimenta de una línea de 220 voltios AC estabilizada.

El PLC recibe dos tipos de señales, las de tipo digital y la señal de comunicación.

Activa los contactores, las bobinas de los solenoides, las entradas del variador de frecuencia y las del servodrive.

3.2.3 Consola del operador

La consola del operador es un gabinete metálico que aloja el panel visualizador que es la interfase entre el sistema y el operador y un botón de parada de emergencia del sistema.

Esta consola internamente contiene borneras para la conexión de los cables de alimentación eléctrica, del circuito del pulsador de parada de emergencia, que vienen del Tablero de Control.

A la consola también le llega un cable del circuito de comunicación RS232 que sale del Tablero de control y llega al panel visualizador directamente, no pasa a través de borneras intermedias.

Esta consola se localiza cerca de la línea de corte y permite con su brazo móvil tener varias posiciones visuales del proceso.

3.2.4 Panel visualizador

El Panel visualizador es el interfase donde el operador dialoga con el sistema. Es alimentado eléctricamente con 24 voltios DC desde el Tablero de Control, se comunica con el PLC a través del medio de comunicación o interfase RS232.

Entre las principales funciones que tiene el panel visualizador tenemos lo siguiente:

- Inicio, pausa, fin del proceso.
- Operación modo manual o modo automático.
- Ingreso de datos como la distancia de corte, el número de cortes, código del técnico operador.
- Modo de validar los datos o reset.
- Control manual del variador de frecuencia.
- Control manual del servodrive.
- Control manual de los actuadores neumáticos.
- Control manual de la cizalla.
- Reporte de número de corte realizado, número de cortes programado, la hora, la fecha y el código del operador.
- Aviso de alarma por falta o atascamiento de lámina.
- Aviso de alarma por cizalla en estado de fallo.
- Aviso de alarma por fallo en el servodrive
- Aviso de alarma por fallo en el variador de frecuencia.
- Aviso de alarma por accionamiento del botón de parada de emergencia.

El acceso al panel visualizador será con un password o clave de manera de evitar que la máquina sea operada por personas intrusas. De la misma manera se tendrá un nivel de acceso para discriminar entre el operador habitual y la persona encargada de revisar los reportes, número de cortes, pausas, fallas, etc.

3.2.5 Motor reductor

El motor reductor se utiliza para el desbobinado del carrete y tiene un motor trifásico asíncrono, del tipo de jaula de ardilla, con una tensión de trabajo de 460 voltios AC, trifásica, 60Hertz. El reductor hace variar la velocidad en la proporción de 1800/30RPM.

La velocidad y el sentido de rotación de este motor se controlan por medio de un variador de frecuencia que se localiza en el Tablero de Control. El variador recibe del PLC señales del tipo discreto para realizar este control.

3.2.6 Variador de frecuencia

El método más eficaz para controlar la velocidad de un motor eléctrico dentro de límites aceptables es mediante un variador de frecuencia también conocido como variador de velocidad o Drive.

Cuando se varía la velocidad estamos regulando la tensión y la frecuencia que se aplica al motor, para este proyecto el variador de frecuencia es de tipo modulación de ancho de pulso (PWM).

El variador de frecuencia es un equipo de la electrónica de potencia, que en su interior rectifica la corriente alterna sinusoidal que ingresa a través de diodos y filtros. Esta onda rectificada es controlada por dispositivos electrónicos como los IGBTs que finalmente pasan por un inversor que transforma esta tensión continua controlada en una alterna de tensión conformada por pulsos.

A pesar que el voltaje es modulado, la forma de onda de la corriente es cercana a una onda sinusoidal, mucho mejor que cualquier otro sistema.

El variador de frecuencia se localiza dentro del Tablero de Control y conserva distancias mínimas de separación que son especificadas y recomendadas por el fabricante para disipación de calor que genera.

La alimentación eléctrica que recibe el variador de frecuencia es de 460 voltios AC, trifásica y de 60Hz de frecuencia.

El cable de alimentación eléctrica que va del variador al motor es apantallado, para proteger a los equipos cercanos de inducciones producidas por las corrientes generadas por el variador de frecuencia.

El variador de frecuencia es controlado por el PLC de acuerdo a las señales de entrada que este le envía, las cuales indican al variador las diferentes frecuencias de trabajo, así como también las órdenes de arranque y parada.

3.2.7 Detectores Fotoeléctrico Emisor Receptor de Presencia

La cantidad de fleje (es decir material de la bobina) a desenrollar esta limitado por dos posiciones fijas que son controladas por dos detectores de presencia los cuales nos dan el límite del lazo de bobina que será medido.

Los detectores al sensar la presencia de material envían una señal al PLC y de acuerdo al programa interno el sistema actúa.

Estos sensores tienen alimentación eléctrica 24 voltios DC que es suministrado por la fuente a través de las borneras de alimentación ubicadas en el Tablero de Control.

Las señales de presencia son enviadas al PLC que se encuentra también en el Tablero de Control.

3.2.8 Codificador óptico

Los codificadores ópticos son dispositivos electrónicos llamados también encoders, son capaces de transformar un desplazamiento angular o lineal, bien en un tren de impulsos o en una salida discreta codificada en binario y la transmisión de la señal la efectúan por medio de una comunicación serie o paralela.

Las señales enviadas por los codificadores ópticos son leídas por dispositivos digitales como PCs, Controladores Lógicos Programables, servodrives, o microcontroladores.

Con estos dispositivos conocemos la posición, velocidad y aceleración de los elementos que se mueven en el espacio.

Básicamente el dispositivo consta de una parte mecánica formada por un disco o cremalleras perforadas que van adosadas a ejes o a órganos móviles de la máquina.

La parte electrónica está formada por dispositivos fotoemisores y fotorreceptores en los que se interponen los discos y cremalleras codificadoras. El fotorreceptor (fototransistor) capta la luz emitida por el emisor (led generador de luz).

Las aplicaciones son muy diferentes, desde la codificación de los ejes para el control numérico de las máquinas y herramientas, servomecanismos, impresoras, ploteadoras, discos duros, etc.

En función del tipo de codificación los encoders se clasifican en:

- Codificadores incrementales
- Codificadores absolutos

Codificadores Incrementales

Producen un pulso al paso de cada uno de los sectores, debidamente espaciados del disco. Los pulsos se aplican a un contador con funciones de incremento o decremento.

El codificador óptico transmite pulsos A y B que indican la dirección y posición y un pulso Z que indica el origen (por ejemplo un pulso por revolución).

El principal inconveniente que poseen los codificadores incrementales es del mantenimiento de la información como resultado de un fallo de la alimentación eléctrica. Puesto que se conecta un generador de onda o un contador binario, la pérdida de alimentación lleva aparejada la pérdida de alimentación del mismo. Este problema no se presenta en los codificadores absolutos.

Los codificadores incrementales en función del tipo de desplazamientos se clasifican en codificadores lineales que indica la posición de un brazo que se mueve paralelo al eje y codificador angular, siendo su principal elemento un disco ranurado acoplado al eje, el cual gira ante la fuente de luz y el detector.

Codificadores Absolutos

Convierten en una posición angular en un número codificado digitalmente, totalmente en código binario, BCD o código Gray. Poseen la ventaja de que en caso de fallo en la fuente de alimentación retienen la posición de su posición, ya que tras la reanudación del suministro la lectura que se producirá en el disco permanece inalterada.

En este proyecto se utilizará el codificador incremental que esta montado en el eje del servomotor o acoplado mecánicamente a el.

Un servomotor trabajando a lazo abierto rota o se mueve descontroladamente a medida que se aplica potencia. Por esta razón, los sistemas del servomotor requieren una señal de retroalimentación para garantizar que el posicionamiento del motor y el mantenimiento de la velocidad se realicen de una manera confiable y precisa siguiendo las trayectorias de movimiento especificado por el operario. Esta realimentación la proporciona el codificador óptico.

3.2.9 Servomotor

Un servomotor es un tipo de motor eléctrico de precisión en el cual se pueden controlar su velocidad y/o posición, en general se puede decir que es un dispositivo en el cual se controlan sus posiciones angulares por medio de señales codificadas (codificador óptico).

Los tipos de servomotores más comunes son los de corriente directa y los motores sin escobillas (brushless) de corriente alterna o directa DC.

En todos estos casos el movimiento del rotor se origina por la interacción de los campos electromagnéticos producida por la bobina y unos conductores con los campos estacionarios creados por un juego de imanes permanentes.

Para poder controlar la velocidad de un servomotor, se requiere del uso de un servo drive. Este ultimo recibe una pequeña señal (típicamente +/- 10 voltios) proporcional a la velocidad que debe girar el motor y el servodrivese encarga de amplificarla.

Su principal uso es en sistemas de control tales como movimientos de palancas, pequeños ascensores y robots en general, las partes de un sistema del servomotor son una circuitería de control un potenciómetro, un motor eléctrico, sistemas de reducción, caja o cuerpo y cables de conexión interna.

Son capaces de transformar un desplazamiento angular o lineal, bien en un tren de impulsos o en una salida discreta codificada en binario y la transmisión de la señal la efectúan por medio de una comunicación serie o paralela. Las señales enviadas por los codificadores ópticos son leídas por dispositivos digitales como PCs, PLC, servodrives, o microcontroladores.

En el proyecto se usará el servomotor sincrónico de imanes permanentes, estos son apropiados para cualquier aplicación que requieran una gran precisión para el posicionamiento.

El servomotor es el actuador que jala la lámina a través de un rodillo. Este rodillo esta acoplado a su eje del servomotor y que con otro rodillo libre presiona y jala la lámina.

La lámina será jalada siempre en cuando exista lámina para jalar (trabajo realizado en la etapa de desbobinado) según la información de presencia que indica el sensor inductivo de bobina excedente.

Además una de las condiciones para su actuación es que el variador de frecuencia haga detener el motor de desbobinado. Entonces el servomotor jala la lámina hasta que el sensor de la etapa de desbobinado indique que el desbobinador tiene que alimentar con más cantidad de lámina.

Mientras que en la etapa de medida el accionamiento del servomotor esta comandada por el PLC, este ordena al servomotor a detenerse a través del servodrives, a la vez este

recibe información de la posición a través del codificador óptico procesándola y enviándola al PLC.

Entonces podemos decir que el servomotor se acciona hasta que recorra cierta longitud determinada por el operador, luego el servomotor se detiene y pasa a la etapa de corte.

La alimentación del servomotor es desde el servodrive. Este controla los parámetros de tensión y frecuencia.

El cable de alimentación es apantallado con el fin de proteger los equipos cercanos de inducciones producidas por las corrientes que el servomotor genera.

3.2.10 Servodrive o Amplificadores

Los amplificadores de los servomotores son dispositivos electrónicos que se encargan de realizar las tareas de separar las señales de control de las señales de potencia de los servomotores, existen una variedad de tipos, algunos se encargan de realizar tareas de posicionamiento, llevan a cabo monitoreos y muchas otras funciones según el tipo y modelo del servomotor que se desee controlar.

Poseen gran variedad de funciones y por lo general cuentan con gran facilidad de configuración, pero su función principal es comunicar la etapa de control con motores de alta potencia. Los amplificadores se diseñan específicamente para operar con un tipo particular de motor.

El cable de alimentación eléctrica que viene del servo drive al servomotor es apantallado, para proteger a los equipos cercanos de inducciones producidas por las corrientes del servomotor.

El cable de control que viene del servomotor al servodrive también es apantallado para proteger las señales de interferencias.

El servodrive conserva distancias mínimas de separación en el Tablero de Control, estas son especificadas por el fabricante, debido a la alta disipación de calor que este genera.

La alimentación eléctrica viene del Tablero de Control, desde el lado de fuerza donde esta instalado el servo drive. Es de 460 voltios AC, trifásica y de 60Hz de frecuencia. El servodrive alimenta eléctricamente al servomotor.

3.2.11 Detectores Inductivos

Los detectores inductivos se utilizan para la detección de presencia de material metálico en la mesa de corte, pertenecen a la etapa de medición y corte.

Uno de ellos indica al PLC la presencia de material para ser jalado por el sistema de rodillos controlados por el servo motor, se localiza en la mesa de corte al inicio de la medición. El pistón sujetador tiene dos y la cizalla dos más, indicándole al PLC la posición de actuación y no actuación en ambos casos.

. Cuando la lámina es cortada, un pistón botador retira el producto y este sensor envía la señal también al PLC indicándole que ya no hay material.

Estos sensores tienen alimentación eléctrica en la tensión de 24 voltios DC que es suministrado por la fuente a través de las borneras de alimentación ubicadas en el Tablero de Control.

3.2.12 Sujetador Neumático

El sujetador neumático se localiza en la mesa de corte, son dos y la principal función es mantener a la lámina desenrollada fija a la mesa para realizar el corte con la cizalla.

Los sujetadores son accionados por aire, y el control es por medio de una válvula solenoide que se controla por una bobina de 24 voltios DC. La señal que activa a la bobina viene del autómatas programable.

El sujetador neumático permanecerá activado el tiempo necesario de manera de lograr un corte sin movimiento de la lámina. Terminado el corte se desactiva el sujetador, dejando libre al producto.

El tiempo que el sujetador permanece activado es parte del programa que tiene el PLC.

3.2.13 Bomba Hidráulica - Cizalla

Para el corte de la lámina se utiliza una cizalla cuyo accionamiento es mediante un sistema hidráulico que consta en su forma más simple de una bomba, un pistón un sistema de mangueras y una cubeta que aloja el líquido hidráulico.

La cuchilla de corte es accionado por medio del pistón hidráulico, la bomba debe estar en marcha y el sistema debe tener la presión necesaria para el control del pistón.

El pistón será activado por una señal del autómatas programable de acuerdo al programa interno. La bobina de este pistón es activada en 24 voltios DC por la señal de actuación que viene de una salida digital del autómatas programable.

La alimentación eléctrica que recibe la bomba hidráulica es de 460 voltios AC, trifásica y de 60Hz de frecuencia y viene del lado derecho del Tablero de Control donde se encuentran sus equipos de arranque. El control de la bomba es por medio del autómatas programable.

3.2.14 Detectores Inductivos - Cuchilla

En la etapa de corte es importante saber la posición de la cuchilla de la cizalla. Para esto se hará uso de dos detectores inductivos.

Uno de ellos se instalará en la posición cero de la cuchilla de la cizalla, indicándole al autómatas programable la posición de reposo.

El segundo detector se instala en la posición de corte de la cuchilla. Este detector se activará cuando la cuchilla este realizando el corte e indicará al autómatas programable de esta posición.

Estos sensores tienen alimentación eléctrica en la tensión de 24 voltios DC que es suministrado por la fuente de 24 voltios DC a través de las borneras de alimentación ubicadas en el Tablero de Control.

Las señales de presencia son enviadas al PLC que se encuentra también en el Tablero de Control.

3.2.15 Pistón Botador

Terminado el proceso de corte y teniéndose el producto libre, el material debe ser retirado de la mesa de corte y para esto se hace uso de un pistón botador. El pistón al ser activado expulsa la lámina hacia una faja transportadora.

El pistón es accionado por aire y el control es por medio de una válvula solenoide que se controla por una bobina de 24 voltios DC. La señal que activa a la bobina viene del autómatas programable.

CAPÍTULO IV

INGENIERÍA DEL SISTEMA

4.1 Introducción

En este capítulo se desarrollan los circuitos eléctricos en base a los capítulos II y III desarrollados anteriormente, es decir teniendo en cuenta la automatización planteada y la disponibilidad de equipos según las características del proyecto, para esto se desarrolla un diagrama lógico de control.

Se desarrollará una lista de señales para tener un número definido de salidas y entradas con el fin de seleccionar el PLC con sus módulos de control y comunicación.

También en este capítulo se seleccionan los equipos de actuación mecánica como es el variador de velocidad en la etapa de desenrollado, el servomotor con su servodrive y su codificador óptico correspondientes a la etapa de medida.

Se hace mención de los criterios para la selección del transformador de control del sistema, panel visualizador, tendido de tuberías y el sistema de puesta a tierra.

Con lo expuesto anteriormente se procederá a elaborar los esquemas de fuerza y control. Estos poseerán una nomenclatura tanto para la identificación de equipos, esquemas y planos para el manejo fácil del personal de mantenimiento.

4.2 Diagrama Lógico de control

Los diagramas lógicos se elaboran de acuerdo a la manera como se debe proceder en la interacción entre el operador y el sistema.

El primer diagrama llamado inicio y fin de la operación muestra que es lo que desea hacer el operador. Se le pregunta al operador si trabajará en forma manual o en forma automática.

Para el caso que se trabaje en forma manual, el operador tiene acceso a la operación de marcha – parada y giro directo o reverso del motor que el variador de frecuencia controla, lo mismo es para el servodrive. Para el caso de la cizalla, los sujetadores y el botador, se tiene el control de la activación de la válvula solenoide respectivo.

La operación manual nos permite seleccionar por ejemplo las velocidades del variador de frecuencia, permitiendo con esto tener los valores más adecuados de velocidad de desbobinado de carrete.

También se puede seleccionar la velocidad más adecuada para el servodrive, por medio del cual se realiza la medida de la lámina que será cortada.

Para el caso de la operación en automático, el sistema le pedirá al operador el ingreso de datos, como son la longitud de corte, el número de cortes. También el sistema pedirá se ingrese los valores de la velocidad de desenrollamiento de la bobina y la velocidad de medida de la lámina.

En el proceso de funcionamiento en automático el sistema da la opción de poder realizar una pausa en cualquier momento en que se requiera.

Se distinguen cuatro subrutinas en automático que son ingreso de datos, desbobinado de carrete, medición y corte-retiro de material. Para cada subrutina se tiene un listado de fallos de operación.

Los diagramas lógicos son la base para que el programador del autómeta programable y el panel visualizador realice todo lo necesario de manera que se cumpla con la automatización del proceso.

4.3 Identificación de señales para el control

La identificación de las señales necesarias para cumplir con lo descrito en la lógica de automatización se realiza en coordinación con el programador. Esto será factible gracias a los diagramas lógicos desarrollados.

La identificación de las señales dará origen a la lista 4.3, en la cual aparecen las características asignadas a dichas señales así se tienen las denominadas entradas y salidas digitales que van interactuar entre los equipos localizados en el campo y el autómeta programable (PLC) que se ubica en el Tablero de Control.

Las características más importantes de la lista 4.3 son:

- La descripción de la señal en donde se describe el rol que juega dentro del proceso.

- El código del equipo el cual envía señal al PLC si es señal de actuación o recibe la señal de los sensores.
- El tipo de señal (si es una entrada o una salida).
- La dirección asignada en el programa del PLC.
- La condición inicial de las señales de los sensores.
- El módulo del PLC en el cual aparece la señal.
- Una columna para un comentario aclaratorio.

4.4 Selección de Actuadores y Controladores

4.4.1 Selección del Motor reductor

La selección del motor reductor dependerá de la carga, por ende de las características del torque, potencia y las velocidades que se desarrollaran en el proceso de desenrollamiento.

Tengamos presente que el motor reductor debe cubrir el torque máximo que requiere la bobina para empezar a desenrollar. En este instante la carga es máxima y el motor reductor tendrá la capacidad de manejar este valor de torque, es decir de vencer la inercia del carrete. A medida que el carrete se va desenrollando hasta no haber lamina, el torque también disminuirá.

El motor de esta carga es conocida como de potencia constante, la demanda de la potencia es independiente de la velocidad y el torque. El torque varía inversamente con la velocidad según figura 4.4.1.

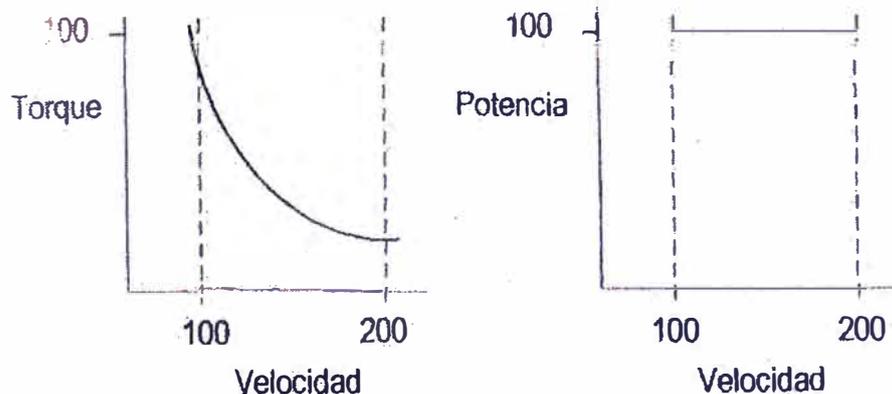


Fig. 4.4.1 Curva característica de carga a potencia constante.

Este tipo de cargas se encuentran en la industria de máquinas y herramientas. Cuando se taladra, forma, muele o doblan metales, todas las cargas tienden hacia la potencia constante. A bajas velocidades hay gran torque, a altas velocidades ligero torque. Un variador de frecuencia debe ser seleccionado por su gran torque requerido a bajas velocidades.

4.4.2 Selección y características del Variador de Frecuencia

Una vez seleccionado el motor reductor se procede a seleccionar el variador de frecuencia de acuerdo a la potencia y tensión nominal que indica la placa del motor. También se tomará en cuenta las velocidades a manejar.

Para nuestro proyecto se ha seleccionado el variador de frecuencia Power Flex 40 de la marca Allen Bradley, con tensión 460 voltios AC.

Las principales características técnicas de este variador son las siguientes:

- Número de catálogo según la marca: 22B-D6P0N104
- Capacidad Nominal de Potencia de salida en KW: 2.2
- Capacidad Nominal de Potencia de salida en HP: 3
- Capacidad Nominal de salida de corriente en amperios: 6
- Capacidad Nominal de entrada de la gama de tensión en voltios: 342-528
- Capacidad Nominal de Potencia de entrada en KVA: 5.9
- Capacidad Nominal de entrada de corriente en amperios: 7.5
- Protección a la entrada con fusible en amperios: 15
- Guardamotor a la entrada del variador en amperios: 7.5
- Frecuencia de salida: 0-400Hz (Programable)
- Eficiencia: 97.5% (típica)
- Entrada de control digital: corriente de entrada de 6mA, en modo fuente y drenaje.
- Entrada de control analógica 4-20 mA (250 ohmios).
- Entrada de control analógica 0-10 voltios DC analógica (100 Kohmios)
- Salida de control: programable tipo rele
- Salida de control óptica: 30 voltios DC, 50mA, no inductiva.

- Salida de control analógico: 10bit, 0-10 voltios, 1 Kohmios como mínimo.
- Salida de control analógico: 4-20mA, 525 ohmios como máximo.

Consideraciones de montaje del variador de frecuencia

Para instalar el variador de frecuencia tendrá que considerarse lo siguiente:

- Instalar el variador en posición hacia arriba sobre una vertical y a nivel.
- Evitar el polvo o las partículas metálicas para proteger el ventilador de enfriamiento.
- No exponer el variador a una atmósfera corrosiva.
- Proteger al variador de la luz solar directa y de la humedad,
- Considerar las distancias mínimas que debe de tener el variador de frecuencia con otros equipos según indica el fabricante.
- Mantener los variadores a la temperatura ambiente de operación.

4.4.3 Selección del Servomotor

El servomotor se selecciona en base al torque, velocidad y tensión.

La velocidad deberá cubrir la velocidad máxima que en nuestro caso es 120 RPM.

El torque del servomotor debe cubrir el valor pico que se produce al inicio (para vencer la inercia) y establecerse en un torque nominal de trabajo.

En nuestro proyecto el servomotor jala la lámina con un esfuerzo mínimo porque esta ya ha sido desenrollada. Entonces el servo motor estará supeditada a solamente el peso de la lámina.

Para nuestro proyecto se ha seleccionado el servomotor MPL-B56F de la marca Allen Bradley, es trifásico sincrónico, con tensión 460 voltios AC.

Nuestro servomotor posee las siguientes características:

- Torque permanente en Nm: 26.8
- Torque pico en Nm: 64.8
- Capacidad Nominal de Potencia de salida en KW: 5.5
- Excitación : Imanes permanentes de tierras raras

- Medidor de temperatura de los bobinados: sensor termistor
- Aislamiento eléctrico clase F
- Resistencia de aislamiento: 500 voltios DC, 10 Megaohmios o superior.
- Rigidez dieléctrica: 1500 voltios DC, un minuto

4.4.4 Selección del Codificador Óptico

Será compatible con el servomotor, eligiéndose para esto un codificador de la misma marca, fabricado para ser instalado sobre el eje del servomotor.

Adicionalmente en los conectores del codificador incluye clavijas del termistor que protege la bobina del servomotor del sobrecalentamiento.

Los fabricantes generalmente ofrecen un solo producto, de tal forma que el codificador óptico esta integrado a la unidad denominada servomotor. Este a su vez también esta integrado a la otra unidad denominada servodrive.

Los cables que comunican el servomotor y el servodrive son también parte de la unidad. De esta manera se garantiza el buen funcionamiento.

4.4.5 Selección del Servodrive

Será elegido de una manera que haya compatibilidad con el servo motor, escogiendo para ello un servodrive de la misma marca.

Este controlador viene con fuente de alimentación incluida y diseñada para poder controlar un servomotor síncrono.

Para nuestro proyecto se ha seleccionado el servo drive ULTRA 2098-DSD-HV050 de la marca Allen Bradley, con tensión 460 voltios AC.

El servodrive tiene las siguientes características:

- Capacidad Nominal de entrada de corriente en amperios: 7
- Capacidad Nominal de entrada de la tensión auxiliar en voltios AC: 220
- Capacidad Nominal de salida de corriente en amperios: 11
- Capacidad intermitente de corriente de salida en amperios: 22
- Bus de capacitancia en uF: 470
- Resistencia shunt interna en ohmios: 120

- Bus de sobrevoltaje en voltios DC: 810
- Temperatura ambiente en almacén: $-40\dots70^{\circ}\text{C}$
- Temperatura ambiente en operación: $0\dots45^{\circ}\text{C}$
- Humedad relativa de: $5\dots95\%$
- Altitud: Hasta 1500msnm
- Disipación de calor: $175 + ^{\circ}\text{C}$ disipación del shunt

Especificaciones de entrada y salida:

- Digital inputs: 8 aisladas ópticamente, 12 ...24 voltios DC, corriente de drenaje
- Digital outputs: 4 aisladas ópticamente, 12 ...24 voltios DC, corriente de la fuente
- Salida del relé: Uno normalmente abierta, 30 voltios DC, máximo 1 Amperios
- Tiempo de respuesta de la entrada y salida: 1 ms
- Analog inputs:
 - COMMAND, 14-bit A/D, $\pm 10\text{V}$
 - ILIMIT, 10-bit A/D, 0 a 10V
- Analog output:
 - 8-bit A/D, $\pm 10\text{V}$, 2mA max

Especificaciones de los fusibles de entrada:

Usar clase CC, G, J, L, R, o T, con corriente indicada en la tabla del catalogo, de allí indicamos que para nuestro modelo escogido ULTRA 3000 2098-DSD-HV150, a 460 voltios AC, el fusible será el KTK-R-30 en clase CC1 y LPJ-30SP en la clase J1.

4.4.6 Selección del PLC.

La selección depende de la lista de señales que arroja el proyecto.

En el proyecto el PLC escogido es de la serie 1769, de la marca Allen Bradley, conocido también como Compact Logix. La fuente y los módulos se montan sobre la placa base en un riel din.

4.4.7 Módulo de Salida Digital DO

El módulo de salida digital DO es de 24 voltios DC, serán del tipo relé. La capacidad de corriente que soportan dichos contactos es de 3 Amps.

Estos contactos de salida deben tener la capacidad de soportar las corrientes de los actuadores de control. La potencia que manejan es de aproximadamente 72VA. Por experiencia sabemos que los equipos utilizados en nuestro proyecto como son bobinas de contactores, electro válvulas, lámparas, etc; no superan los 20VA.

El número total de módulos a utilizar dependerá de lo siguiente:

- Número de señales por módulo disponibles en el mercado.
- Número de señales del tipo DO que se utiliza en el sistema.
- Número de señales del tipo DO utilizadas como reserva.
- Agrupación de señales tipo DO por lógica cableada.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores y revisando la lista 4.3, el proyecto utilizará solo 1 módulo tipo relé de 16 salidas.

En nuestro proyecto el modulo de salida escogido es el 1769-OB16 de la marca Allen Bradley.

4.4.8 Módulo de Entrada Digital DI

El módulo de entrada digital DI que es utilizado en el presente proyecto trabajará con tensión de 24 voltios DC.

El número total de módulos a utilizar dependerá de lo siguiente:

- Número de señales por módulo disponibles en el mercado.
- Número de señales del tipo DI que se utiliza en el sistema.
- Número de señales del tipo DI utilizadas como reserva.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores y revisando la lista 4.3, el proyecto utilizará un módulo de digital de 16 entradas cada uno.

En nuestro proyecto el modulo de entrada escogido es el 1769-IQ16 de la marca Allen Bradley.

4.4.9 Procesador

La selección del Procesador para nuestro proyecto dependerá de lo siguiente:

- El número de módulos
- El número de entradas y salidas digitales
- El número de redes de comunicación.
- El número de canales de aplicaciones especiales.
- Capacidad de memoria.

En el proyecto, el procesador escogido es el 1769-L35E de la marca Allen Bradley.

4.4.10 Fuente de poder del PLC

La fuente de alimentación propia del PLC se determina por las siguientes consideraciones:

- El número de módulos de entradas y salidas,
- El tipo de módulos utilizados
- La potencia de consumo de los módulos.

La suma de potencias que consumen los módulos determina la fuente a utilizar. Un resumen de esto se muestra en la lista 4.4 “Cálculo de la Fuente del PLC”.

4.4.11 Módulo de Interfase

En el proyecto el módulo interfase de comunicación entre el servodrive y el PLC es el módulo 1769-ASCII de la marca Allen Bradley.

4.4.12 Direccionamiento de señales del PLC

El direccionamiento de las señales del PLC depende de la posición física que tomen los módulos del PLC y cada señal se asignará al módulo respectivo según un criterio establecido por nosotros.

Para este caso el direccionamiento de las señales del tipo DO estará ligado a las paradas de emergencia con lógica cableada, a la actuación del drive del variador de velocidad y a la actuación del servo drive.

Como se sabe en el proyecto hay una parada de emergencia y esta en el panel visualizador.

La lista 4.3 llamada “Direccionamiento de Señales del PLC” nos muestra como quedan todas las señales del PLC. Esta lista es la base para que el programador del PLC, desarrolle el programa de aplicación del sistema.

4.5 Codificación del Equipamiento.

Para codificar un equipo en nuestro proyecto presentamos el siguiente ejemplo:

Si se tiene que codificar un interruptor termomagnético, este pertenece a la página 20 de los esquemas eléctricos, en esta hoja el símbolo de este equipo se encuentra en la columna 4. Entonces su codificación será 20Q4.

Se trabajará con la codificación de la norma IEC, donde recomienda la utilización de símbolos gráficos y las referencias de identificación. Estas recomendaciones y normas definen las reglas para diferenciar los aparatos, concebir los esquemas.

4.6 Esquemas Eléctricos de Circuito de Alimentación eléctrica

Los esquemas de fuerza o suministro de energía para los equipos del sistema empiezan desde la página 8 hasta la página 11 del Anexo A, y considera el suministro de energía en la tensión de 460 voltios AC. También son parte de estos esquemas la alimentación en la tensión de 24 voltios DC.

Los esquemas se presentan de manera desarrollada observándose las conexiones de los diferentes equipos.

La selección de los equipos de protección, maniobra y mando han sido elegidos teniendo en cuenta los valores nominales de los parámetros eléctricos como son la tensión, frecuencia, potencia y la corriente que cada motor o carga consume.

4.7 Esquemas Eléctricos de Control

Los esquemas eléctricos de control para el proceso empiezan desde la página 12, hasta la página 19 del Anexo A.

Se incluyen todas las conectividades de los módulos del autómatas programable, el servodrive, el variador de frecuencia.

Los esquemas se presentan de manera desarrollada observándose las conexiones de los diferentes equipos.

En la página 16 del Anexo A, muestra el medio de comunicación o interfase RS422 entre servodrive y la interfase del PLC. También en la página 19 se muestra el medio de comunicación RS232 entre el Panel visualizador y el PLC.

La tensión de control será de 24 voltios DC, esta viene de una fuente cuya entrada es de 220 voltios AC monofásicos.

Los 220 voltios AC monofásicos vienen de un estabilizador cuya tensión de entrada es de 460 voltios AC monofásicos.

4.8 Ductería de Instalación de fuerza, control y comunicación

La ductería de fuerza contiene a los cables de alimentación eléctrica de 460 y 220 voltios AC, es decir los cables que transportan la energía desde el Tablero hacia los equipos.

Entre estos equipos se encuentran los motores, servodrive, alimentación de fuente, la alimentación eléctrica del estabilizador, circuito de servicios auxiliares.

En el cableado de fuerza entre el servo drive y el servomotor se tendrá que tener las distancias mínimas de separación según el fabricante, ya que esta corriente puede perjudicar a las señales muy próximas a ella.

La ductería de control contiene a los cables de señales de contacto como son las entradas y salidas digitales, estas provienen de los módulos del PLC. Las entradas y salidas estarán trabajando con circuitos de 24 voltios DC. En esta ductería se encuentra también la alimentación eléctrica del panel visualizador que es de 24 voltios DC.

La ductería de comunicación contiene a los cables de comunicación que van desde el servodrive al interfase del PLC y el cable que va del servodrive al codificador óptico. Estas son señales digitales con tensiones y corrientes muy pequeñas, la tensión alrededor de los 5 voltios DC y las corrientes en mA, es por esta razón que deben separarse de cualquier influencia como es la del ruido.

4.9 Arquitectura de Comunicación

La red de comunicación se puede observar en las páginas 16 y 19 del Anexo A, allí se puede observar el esquema completo de la red. La topología de la red es tipo bus.

4.10 Equipos Auxiliares al Equipamiento de Control

4.10.1 Estabilizador de Control

Los esquemas eléctricos elaborados nos permiten identificar todos los equipos que son alimentados con tensión de 220 voltios AC del secundario del estabilizador y de esta manera a realizar el cálculo de la potencia del estabilizador de control.

Un resumen de todos los equipos que son activados por el PLC y que son alimentados con el estabilizador de control se muestra en la lista 4.2.

El resumen del cálculo de la potencia se presenta a continuación:

Descripción	Potencia (VA)
Fuente del PLC	100
Fuente externa de 24VDC	200
Potencia total instalada (PTi)	300

Consideramos para el sistema lo siguiente:

- Un factor $Fr = 1.5$ como un factor de reserva por los módulos que se logren incorporar a futuro.
- Un factor $Fs = 0.95$ como un factor de simultaneidad que nos indica los equipos que estarán activados simultáneamente.
- Asumimos que todos los equipos están siendo utilizados al 100% de su potencia.

- Un factor de seguridad $F_{sg} = 2$ que nos indica la potencia de llamada o de inserción de las bobinas (de los contactores y electroválvulas) de los equipos del sistema.

De esta manera se tiene que la potencia del transformador será:

$$\text{Pestabilizador} = F_r \times F_s \times F_{sg} \times P_{Ti}$$

$$\text{Pestabilizador} = 1.5 \times 0.83 \times 2 \times 300$$

$$\text{Pestabilizador} = 750 \text{ VA}$$

4.10.2 Fuente de Alimentación de 24 voltios DC

La fuente de alimentación para circuitos de control tiene una tensión de alimentación comprendida entre 100...240 voltios AC, una tensión de salida de 24 voltios DC y una corriente de salida de 5 Amperios.

4.10.3 Cableado de Control

Todos los cables han sido seleccionados teniendo en cuenta el Código Nacional Eléctrico y las recomendaciones establecidas por los fabricantes especialmente de los equipos de electrónica de potencia como son el variador de velocidad y el servomotor.

Los colores de los cables se pueden aplicar a ciertas normas eléctricas de la industria o recurrir al Código Nacional Eléctrico. En nuestro proyecto se ha elegido el cable negro como cable de fuerza y el color azul como cable de control de 24 voltios DC para el control.

Dentro del tablero se contará con canaletas porta cables para la distribución de los cables. Se separará con una distancia prudente los cables de fuerza, control y comunicación para evitar influencias.

4.11 Tablero de Control

Los distancias límites de cada equipo con equipos similares, con otros equipos y con parte de la estructura metálica son establecidos por catálogos de los fabricantes.

Los cableados de los circuitos de fuerza serán directamente a los bornes propios de los equipos, mientras que los cableados de los circuitos de control serán a través de los bornes de control.

Los equipos dentro del tablero estarán debidamente codificados según se indica en el esquema de control respectivo. De la misma manera, la puerta del tablero contará con un rótulo donde se estará indicado el nombre del equipo en planta, los dispositivos eléctricos controlan, la potencia que consume y la tensión con la que trabajan. La disposición interna de los equipos en el tablero se muestra en las páginas 4 y 5 del Anexo A (Esquemas Eléctricos).

La capacidad de los equipos eléctricos se escoge de acuerdo a lo sugerido por las normas internacionales IEC para control de motores. En el mercado existen tablas y software que hacen el cálculo de la capacidad de los equipos eléctricos que se necesitan.

El ingreso de los cables al Tablero podrá ser por las tapas laterales, las que cuentan con tapas empernadas. La ductería eléctrica se montará en las tapas.

Este Tablero también contendrá un circuito de servicios. Este circuito proveerá de iluminación interna, de un tomacorriente 220 voltios AC y un ventilador con su respectivo filtro de salida del aire.

4.12 Panel Operador Hombre Máquina

En las páginas 6 y 7 del Anexo A, se muestra la consola del panel visualizador, en su interior se puede apreciar la disposición de borneras que van a alimentar eléctricamente con 24 voltios DC a dicho panel.

En la puerta esta instalado el panel visualizador y el pulsador de emergencia. En la parte interior del panel visualizador esta conectado el cable de comunicación que viene del PLC. Todos los equipos estarán debidamente codificados de acuerdo a los esquemas eléctricos y seguirán la misma convención de colores de los cables.

El panel visualizador deberá tener el número necesario de páginas que muestren los mensajes de operación y los mensajes de alarma. Tendrá las teclas necesarias para el ingreso de los datos para la elaboración del corte de las láminas.

Para nuestro proyecto el panel que hemos seleccionado es el Panel View 700 de la marca Allen Bradley y su medio de comunicación o interfase con el PLC será el RS232.

4.13 Sistema de Tierra

Hay que tener presente que el valor de la resistencia de puesta a tierra depende de la resistividad del terreno.

Esperamos obtener una resistencia de puesta a tierra de 5 ohmios, según la experiencia obtenida esta se logra con tener 3 pozos en paralelo. El sistema la puesta a tierra estará conformado por 3 pozos de puesta a tierra, estos estarán interconectados entre si con un cable de 50mm², los pozos se construirán con varilla de cobre de 2.5 metros de longitud y diámetro de $\frac{3}{4}$ de pulgada, el pozo será rellenado con tierra de cultivo y cemento conductor, siendo necesario la compactación del relleno para una mejor dispersión de las corrientes de falla.

Estos pozos estarán separados una distancia mayor a los 6 metros para evitar interferencias entre ellos.

El conductor de puesta a tierra será de 50mm² de cobre desnudo, este conductor se interconectará desde el pozo a la barra de tierra del Tablero de Control.

Dentro del Tablero habrá 2 barras de tierra, una de fuerza y la otra de comunicación. En la barra de fuerza se interconectará el cable que viene del pozo de puesta a tierra y los conductores de tierra de los motores, drive del variador de velocidad, servodrive y los equipos de servicios auxiliares. Así como también la puerta de tablero, chasis, tuberías, bandejas; etc.

Cada equipo de campo tendrá su conductor de tierra, estos conductores se conectarán a la barra de tierra de fuerza.

En la barra de tierra de comunicación se conectarán las chaquetas de los cables de comunicación.

Al final se interconectarán ambas barras de tierra tanto la de fuerza como la de comunicación con un cable aislado de 35mm².

CONCLUSIONES

1. Disminución del personal operativo

El proceso antes de la automatización demandaba 5 operarios:

- 2 operarios para desenrollar la bobina.
- 2 operarios para la medida.
- 1 operario para el corte y retiro de la lámina.

Con la automatización, estas 5 personas se reducen a solo 2:

- Montar el carrete al soporte del caballete.
- Supervisor del proceso.

2. Reducción del tiempo en ejecutar las actividades

La eficiencia de la producción mejora considerablemente, dependiendo esta principalmente de las dimensiones del corte.

3. Aumento de la eficiencia en el proceso productivo

El operador al inicio del turno de trabajo ejecuta las actividades a un ritmo, que decae a medida que transcurre el tiempo, siendo su eficiencia menor cuando esta ya por terminar su turno de trabajo.

Con la automatización, el proceso tiene los mismos tiempos al inicio y al final de cualquier turno.

4. Aumento de la confiabilidad del proceso productivo

Los operadores antes de la automatización solían cometer los siguientes errores:

- Falla en la medidas
- En el conteo de las laminas cortadas

Con la automatización, la medida y el número de cortes esta asegurada según un programa establecido.

Los puntos anteriores nos dicen que con la automatización se aumenta la productividad del proceso productivo y nos hace más competitivos en el mercado con nuestro producto.

5. Aumento de seguridad del personal en el Proceso

Antes de la automatización, la operación para el corte era insegura, ya que el personal se arriesgaba a cortarse con las láminas afiladas. También otro factor de riesgo era la alta densidad de personal para el proceso.

Ahora con la automatización se ve reducido el riesgo considerablemente.

ANEXOS

ANEXO A
ESQUEMAS ELÉCTRICOS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

PROYECTO DE AUTOMATIZACION DEL PROCESO DE DESENROLLADO
 MEDIDA Y CORTE DE FIERRO SILICOSO
 SUMINISTRADO EN CARRETE

DIAGRAMAS DE FUERZA CONTROL Y COMUNICACION

				DISEÑADO POR JOSE LUIS ALVAREZ S.		PROYECTO	INFORME DE SUFICIENCIA PARA OPTAR TITULO INGENIERO ELECTRICISTA	PAGINA No
				REVISADO POR JOSE LUIS ALVAREZ S.		AUTOMATIZACION DEL PROCESO DE DESENROLLADO	CARATULA	01
				FECHA 28 - ENERO - 2008		MEDIDA Y CORTE DE FIERRO SILICOSO		DE
REV.	DESCRIPCION	DIBUJO	REVISO	ESCALA S/ESCALA		SUMINISTRADO EN CARRETE		

TITULO	PLANO N°
CARATULA	01
LISTA DE PLANOS	02
LISTA DE APARATOS	03
VISTAS EXTERIORES DEL TABLERO DE CONTROL	04
DISPOSICION INTERNA DE LOS EQUIPOS EN EL TABLERO DE CONTROL	05
VISTAS EXTERIORES DE LA CONSOLA DE CONTROL	06
DISPOSICION INTERNA DE LOS EQUIPOS EN LA CONSOLA DE CONTROL	07
CIRCUITO DE FUERZA 480 VAC	08
CIRCUITO DE ALIMENTACION 230 VAC	09
CIRCUITO DE ALIMENTACION 24 VDC	10
CIRCUITO DE SERVICIOS AUXILIARES	11
CONTROLADOR DE FRECUENCIA (VARIADOR DE VELOCIDAD)	12
SERVODRIVE, SERVOMOTOR	13
PARADA DE EMERGENCIA	14
AUTOMATA PROGRAMABLE	15
INTERFASE DE COMUNICACION SERVODRIVE - AUTOMATA PROGRAMABLE	16
MODULO DE ENTRADAS DIGITALES 1769-IQ16	17
MODULO DE SALIDAS DIGITALES 1769-OB16	18
PANEL VISUALIZADOR	19

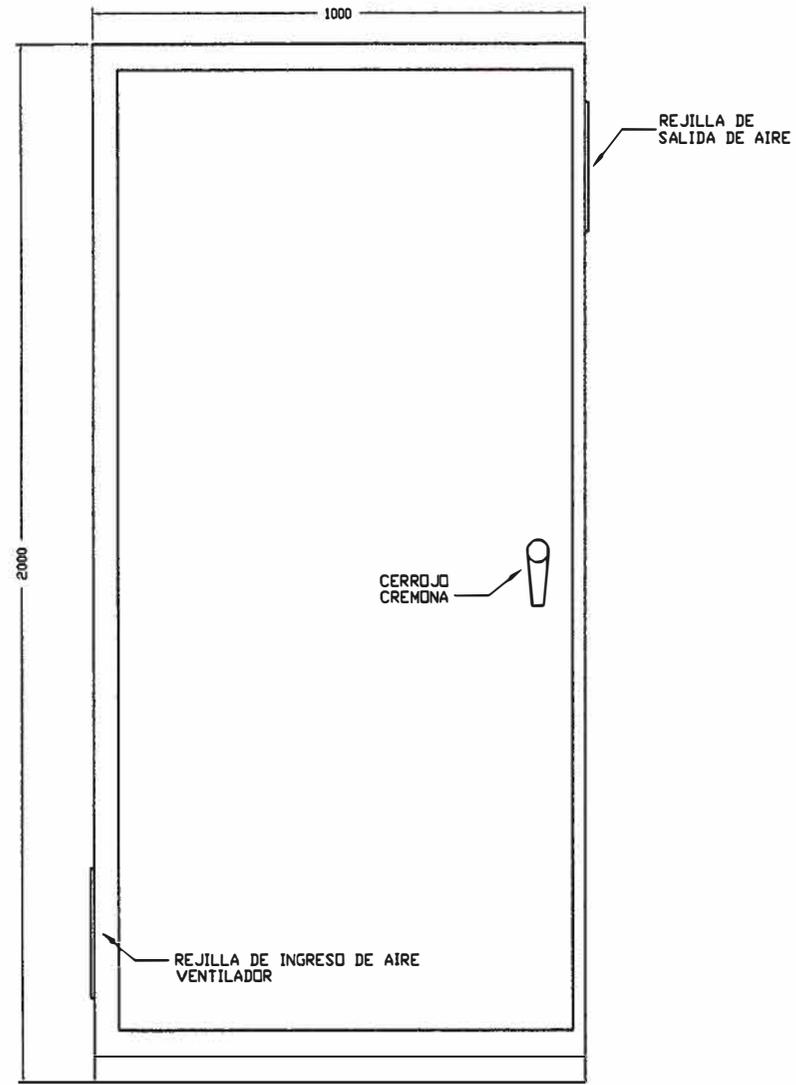
ITEM	CODIGO	PLANO	DESCRIPCION
1	TC1	4, 5	TABLERO METALICO DE 200x200x500 mm.
2	TC2	6, 7	CONSOLA METALICA DE 290x400x235 mm.
3	801	8	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 3x50 AMPERIOS NS100N (I=40-50A)MERLIN GERIN
4	803	8	GUARDAMOTOR TRIPOLAR 480 VAC, REGULACION 4-8.3 AMPERIOS GV2ME10 TELEMECANIQUE
5	806	8	GUARDAMOTOR TRIPOLAR 480 VAC, REGULACION 9-14 AMPERIOS GV2ME16 TELEMECANIQUE
6	8F6	8	FUSIBLE ULTRARAPIDO 10A, gR, NH00 + BASE PORTAFUSIBLE
7	8U6	8, 12	VARIADOR DE FRECUENCIA POWERFLEX 40, 480 VAC, TRIFASICO, ALLEN BRADLEY
8	808	8	GUARDAMOTOR TRIPOLAR 480 VAC, REGULACION 9-14 AMPERIOS GV2ME16 TELEMECANIQUE
9	8U8	8, 12, 16	SERVODRIVE U3000, TRIFASICO 480 VAC, 2098-DS0-HV050, ALLEN BRADLEY
10	902	9	GUARDAMOTOR TRIPOLAR 480 VAC, REGULACION 1.8-2.5 AMPERIOS GV2ME08 TELEMECANIQUE
11	9T2	9	ESTABILIZADOR MONOFASICO 750 VA, ENTRADA 460 VAC, SALIDA 230 VAC.
12	905	9	GUARDAMOTOR TRIPOLAR 480 VAC, REGULACION 1-1.6 AMPERIOS GV2ME06 TELEMECANIQUE
13	9T3	9	TRANSFORMADOR TRIFASICO 600VA, 480/230 VAC, CON BORNES DE CONEXION AUDAX
14	1001	10	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 2x4 AMPERIOS, 230 VAC, C80N MERLIN GERIN
15	10U1	10	FUENTE DE PODER 100-240 VAC, 1789-PM, DEL AUTOMATA PROGRAMABLE ALLEN BRADLEY
16	1005	10	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 2x8 AMPERIOS, 230 VAC, C80N MERLIN GERIN
17	10U5	10	FUENTE DE PODER, ENTRADA 230VAC, SALIDA 24 VDC - 5 AMPERIOS S8VS-1224A OMRON
18	1101	11	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 2x16 AMPERIOS, 230 VAC, C80N MERLIN GERIN
19	11V4	11	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO C/TIERRA, 220 VAC, 16 AMPERIOS TICINO.
20	11H6	11	ARTEFACTO DE ILUMINACION C/LAMPARA FLUORESCENTE 1x16 WATIOS, 220 VAC PHILIPS
21	11M7	11	VENTILADOR DE TABLERO 350 m3/HORA, 230 VAC, VF300 HIMEL
22	1402	14	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 2x8 AMPERIOS, 230 VAC, C80N MERLIN GERIN
23	1434	14	PULSADOR PARADA DE EMERGENCIA TIPO HONGO, GIRAR PARA DESENCLAVAR, X848542 TELEMECANIQUE
24	14K4	14	CONTACTOR AUXILIAR BOBINA 220 VAC, 5 NA, CAD50M7 TELEMECANIQUE
25	15U1	15	AUTOMATA PROGRAMABLE 1789-L3SE ALLEN BRADLEY
26	15U2	15, 16	INTERFACE DE COMUNICACION SERVODRIVES, 1789-ASCI ALLEN BRADLEY
27	15U3	15, 17	MODULO DE ENTRADAS DIGITALES 1789-IO16 ALLEN BRADLEY
28	15U6	15	MODULO DE SALIDAS DIGITALES 1789-OB16 ALLEN BRADLEY
29	17B5	17	DETECTOR FOTOELECTRICO UNIVERSAL 3 HILOS, PNP, 100mA, 10-30VDC XUB08PNS2 TELEMECANIQUE
30	17B6A	17	DETECTOR FOTOELECTRICO UNIVERSAL 3 HILOS, PNP, 100mA, 10-30VDC XUB08PNS2 TELEMECANIQUE
31	17B6B	17	DETECTOR DE PROXIMIDAD INDUCTIVO 15mm, 2 HILOS, 20-28VDC X5630B1M12 TELEMECANIQUE
32	17B69	17	DETECTOR DE PROXIMIDAD INDUCTIVO 15mm, 2 HILOS, 20-28VDC X5630B1M12 TELEMECANIQUE
33	18K43	8, 18	CONTACTOR TRIPOLAR 9 AMPERIOS AC3, BOBINA 24 VDC, LC1D09B7 TELEMECANIQUE
34	18Y6	18	ELECTROVALVULA 24 VDC

ITEM	CODIGO	PAGINA	DESCRIPCION
35	18Y7	18	ELECTROVALVULA 24 VDC
36	18Y9	18	ELECTROVALVULA 24 VDC
37	X1	14	BORNERA DE CONTROL (PARADA) 4 mm2, P/RIEL DINAB1W435U TELEMECANIQUE
38	X+	17	BORNERA DE CONTROL 24Vdc, 4 mm2, P/RIEL DINAB1W435U TELEMECANIQUE
39	X-	18	BORNERA DE CONTROL 0Vdc, 4 mm2, P/RIEL DINAB1W435U TELEMECANIQUE
40	XL1, XL2	11	BORNERA SERVICIOS AUXILIARES, 220VAC, 4 mm2, P/RIEL DINAB1W435U TELEM.
41	XGND		BORNERAS DE TIERRA
42	XE	17	BORNERA DE CONTROL ENTRADAS, 4 mm2, P/RIEL DINAB1W435U TELEMECANIQUE
43	XS	18	BORNERA DE CONTROL SALIDAS, 4 mm2, P/RIEL DINAB1W435U TELEMECANIQUE
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			
59			
60			
61			
62			
63			
64			
65			
66			
67			
68			

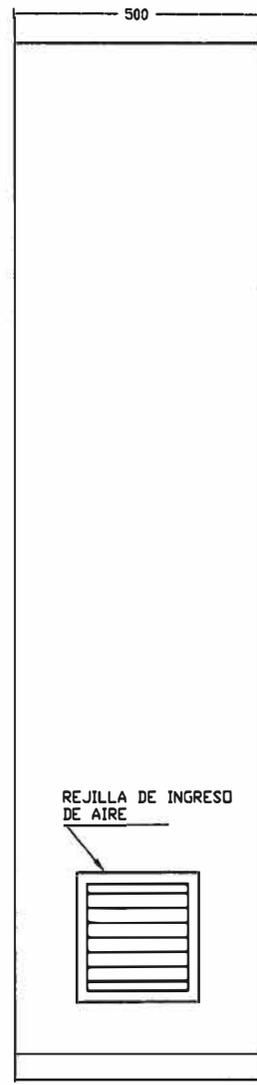
REV.	DESCRIPCION	DIBUJO	REVISO	DISEÑADO POR: JOSE LUIS ALVAREZ S. REVISADO POR: JOSE LUIS ALVAREZ S. FECHA: 28 - FEBRERO - 2008 ESCALA: 5/ESCALA	PROYECTO INFORME DE SUFICIENCIA PARA OPTAR TITULO INGENIERO ELECTRICISTA AUTOMATIZACION DEL PROCESO DE DESENVOLLO MEDIDA Y CORTE DE FIERRO SILICOSO SUMINISTRADO EN CARRETE	PAGINA No: 03 DE 19
------	-------------	--------	--------	--	---	-------------------------------------



VISTA FRONTAL EXTERIOR



VISTA LATERAL IZQUIERDA

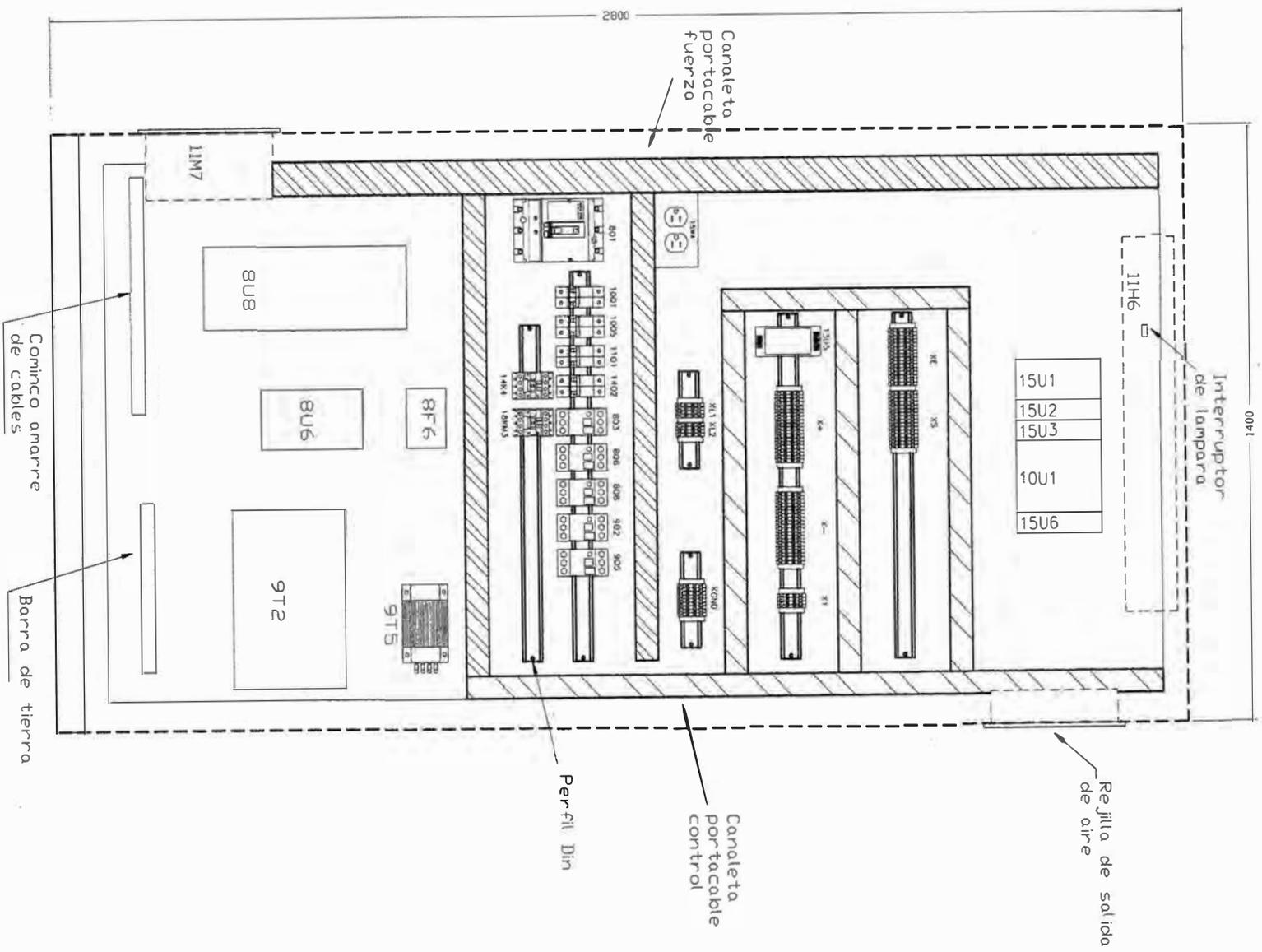


Las dimensiones estan dadas en milímetros

				DISEÑADO POR JOSE LUIS ALVAREZ S.		PROYECTO INFORME DE SUFICIENCIA PARA OPTAR TITULO INGENIERO ELECTRICISTA	PAGINA No. 04
				REVISADO POR JOSE LUIS ALVAREZ S.		AUTOMATIZACION DEL PROCESO DE DESENERROLLADO MEDIDA Y CORTE DE FIERRO SILICOSO SUMINISTRADO EN CARRETE	DE 19
REV.	DESCRIPCION	DIBUJO	REVISO	FECHA 28 - ENERO - 2008	ESCALA S/ESCALA	VISTAS EXTERIORES TABLERO DE CONTROL (TC1)	

VISTA FRONTAL INTERIOR

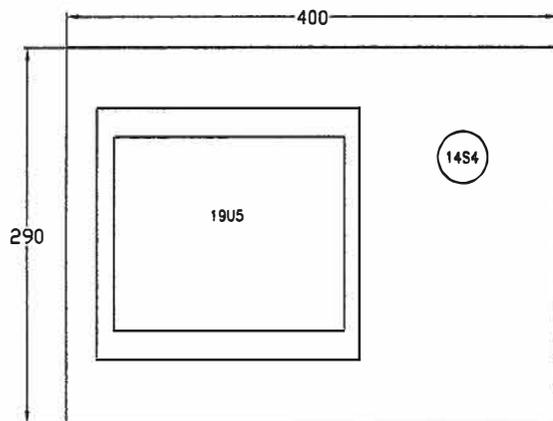
Las dimensiones estan dadas en milímetros



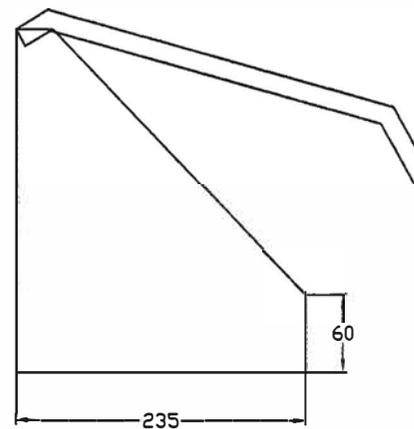
				DISEÑADO POR JOSE LUIS ALVAREZ S.		PROYECTO INFORME DE SUFICIENCIA PARA OPTAR TITULO INGENIERO ELECTRICISTA		PAGINA No. 05	
				REVISADO POR JOSE LUIS ALVAREZ S.		AUTOMATIZACION DEL PROCESO DE DESENRROLLADO MEDIDA Y CORTE DE FIERRO SILICOSO SUMINISTRADO EN CARRETE		DISPOSICION DE EQUIPOS TABLERO DE CONTROL (TC1)	
				FECHA 28 - ENERO - 2008		ESCALA S/ESCALA		DE 19	
REV.	DESCRIPCION	DIBUJO	REVISO						



VISTA FRONTAL EXTERIOR

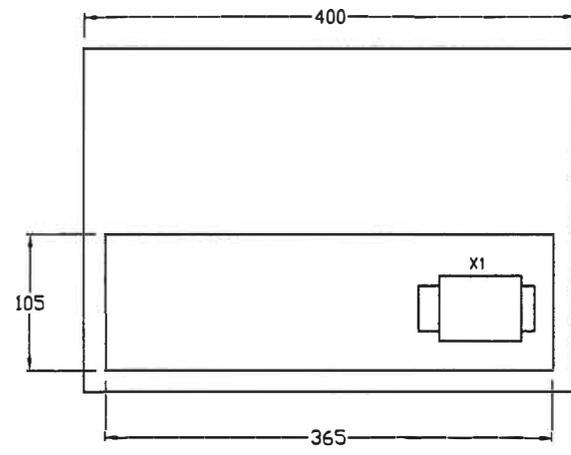


VISTA LATERAL IZQUIERDA

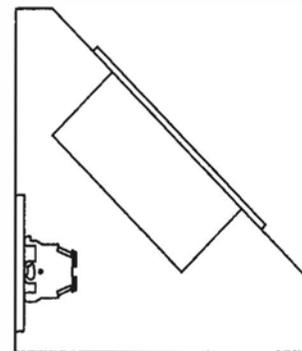


			DISEÑADO POR JOSE LUIS ALVAREZ S.		PROYECTO INFORME DE SUFICIENCIA PARA OPTAR TITULO INGENIERO ELECTRICISTA	PAGINA No. 06
			REVISADO POR JOSE LUIS ALVAREZ S.		AUTOMATIZACION DEL PROCESO DE DESENERROLADO MEDIDA Y CORTE DE FIERRO SILICOSO SUMINISTRADO EN CARRETE	DE 19
			FECHA 20 - ENERO - 2008		VISTAS EXTERIORES CONSOLA DE CONTROL (TC2)	
REV.	DESCRIPCION	DIBUJO	REVISO	ESCALA 5/ESCALA		

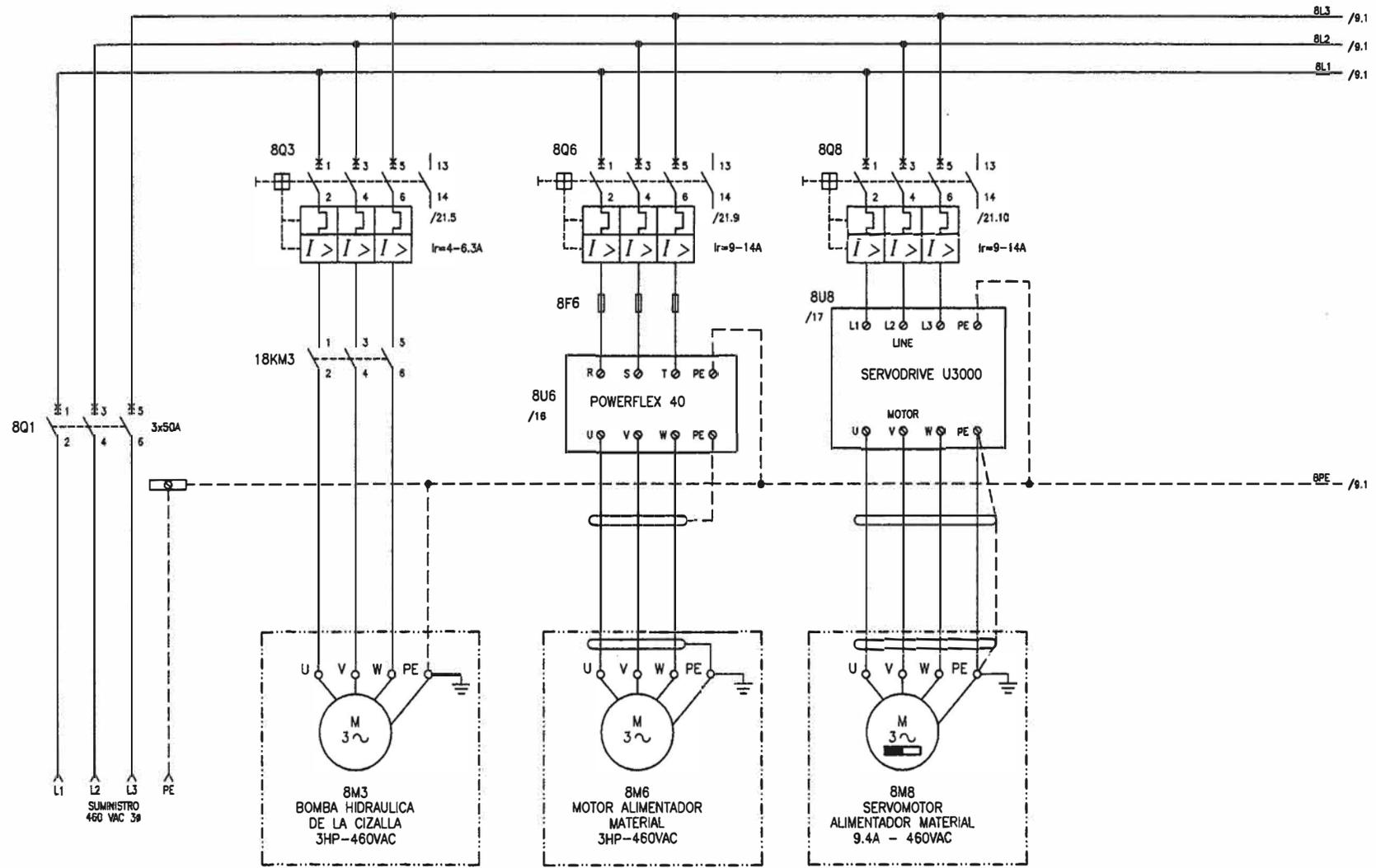
VISTA FRONTAL INTERIOR



VISTA LATERAL IZQUIERDA INTERIOR



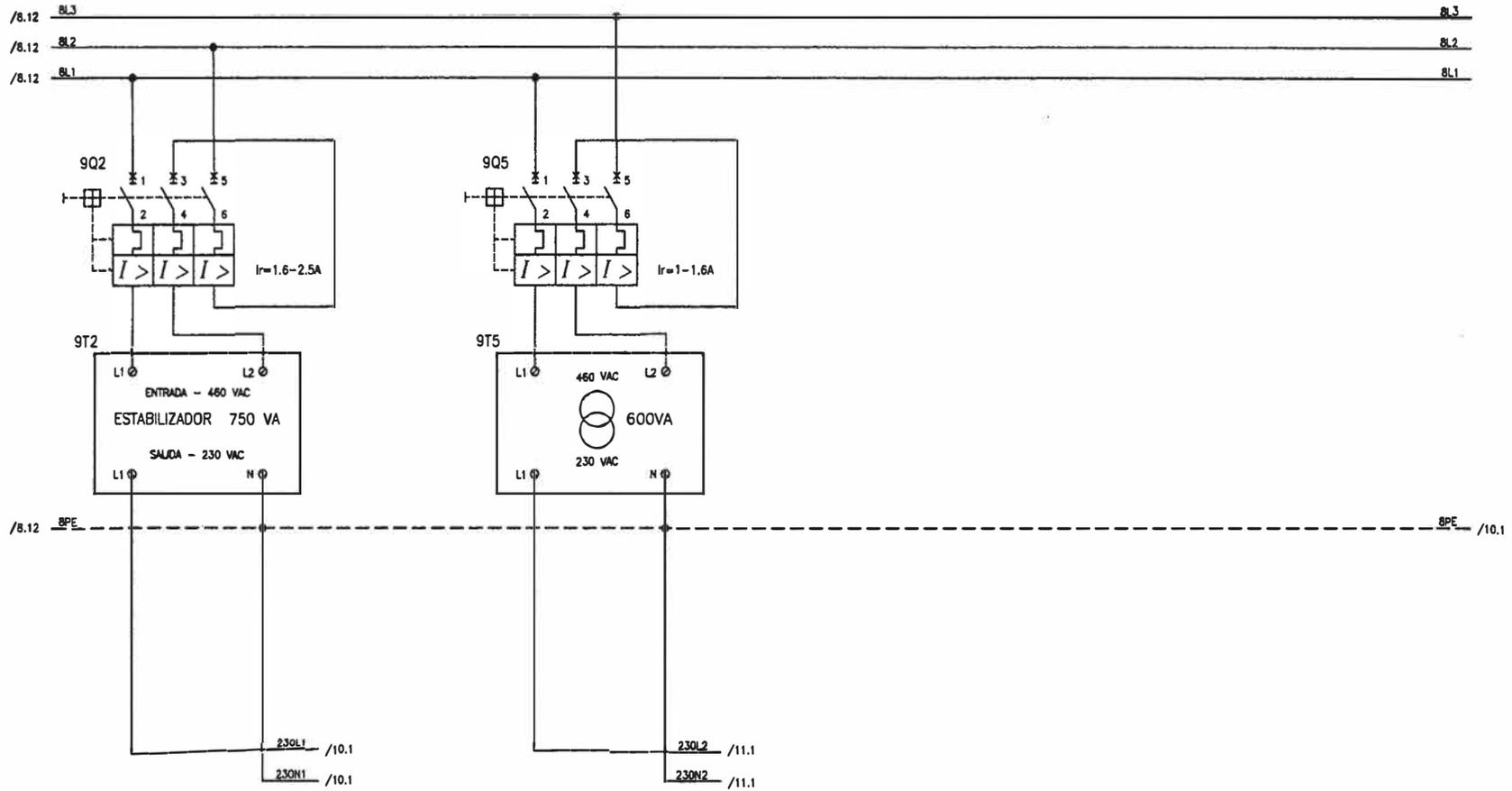
		DISEÑADO POR JOSE LUIS ALVAREZ S.			PROYECTO	INFORME DE SUFICIENCIA PARA OPTAR TITULO INGENIERO ELECTRICISTA	PAGINA No.
		REVISADO POR JOSE LUIS ALVAREZ S.			AUTOMATIZACION DEL PROCESO DE DESENRROLLADO	VISTA INTERIOR CONSOLA DE CONTROL (TC2)	07
		FECHA 28 - ENERO - 2008			MEDIDA Y CORTE DE FIERRO SILICOSO SUMINISTRADO EN CARRETE		DE
REV.	DESCRIPCION	DIBUJO	REVISO	ESCALA S/ESCALA			



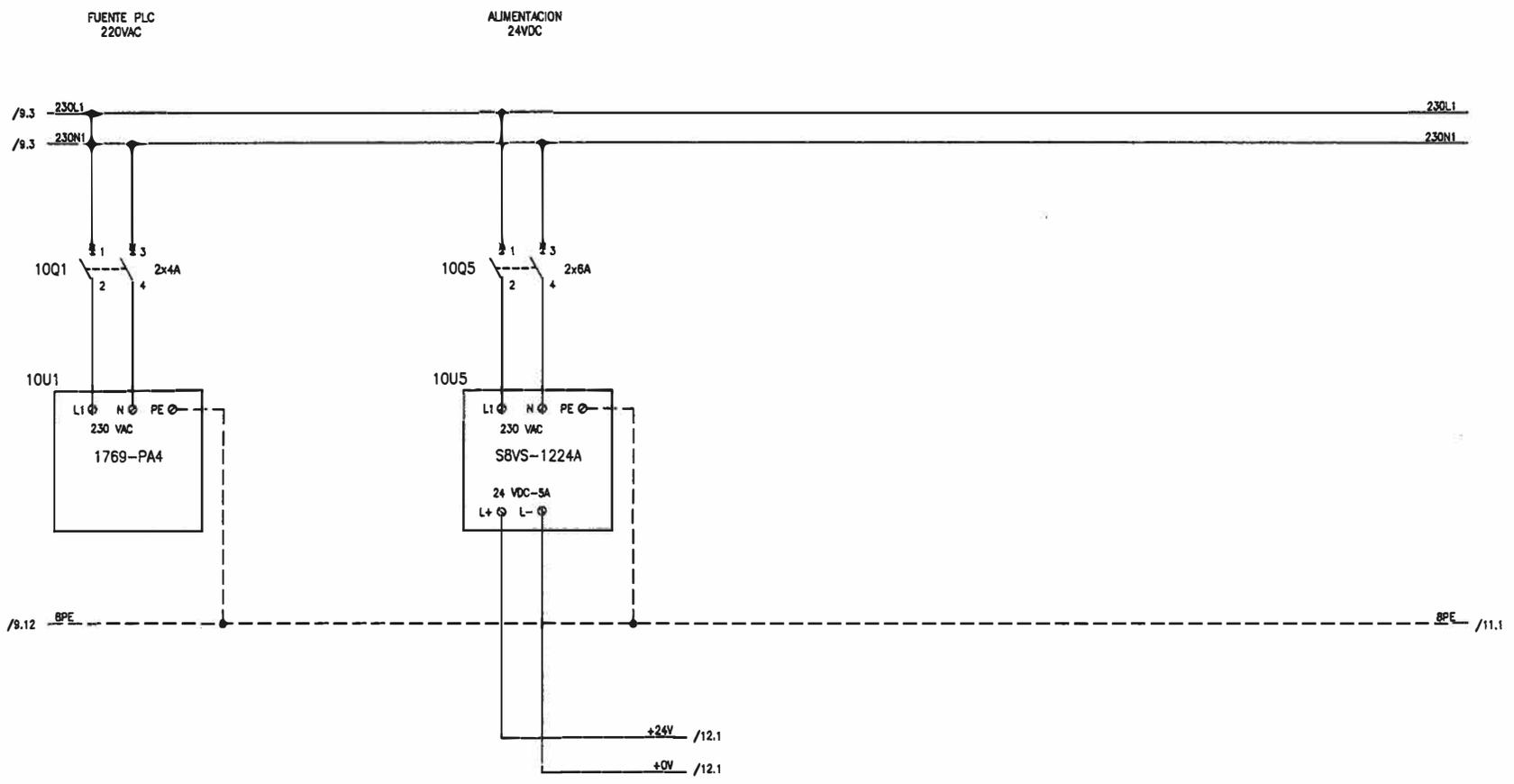
			DISEÑADO POR JOSE LUIS ALVAREZ S. REVISADO POR JOSE LUIS ALVAREZ S. FECHA 28 - ENERO - 2008 ESCALA S/ESCALA		PROYECTO INFORME DE SUFICIENCIA PARA OPTAR TITULO INGENIERO ELECTRICISTA	PAGINA No 08
REV.	DESCRIPCION	DIBUJO	REVISO		AUTOMATIZACION DEL PROCESO DE DESENRROLLADO MEDIDA Y CORTE DE FIERRO SILICOSO SUMINISTRADO EN CARRETE	CIRCUITO DE FUERZA 460 VAC

CIRCUITO ESTABILIZADO
230VAC

CIRCUITO SERVICIOS
230VAC



				DISEÑADO POR JOSE LUIS ALVAREZ S.		PROYECTO INFORME DE SUFFICIENCIA PARA OPTAR TITULO INGENIERO ELECTRICISTA	PAGINA No. 09
				REVISADO POR JOSE LUIS ALVAREZ S.		AUTOMATIZACION DEL PROCESO DE DESENERROLADO MEDIDA Y CORTE DE FIERRO SILICOSO SUMINISTRADO EN CARRETE	DE 19
FECHA 28 - ENERO - 2008				ESCALA S/ESCALA			
REV.	DESCRIPCION	DIBUJO	REVISO				



			DISEÑADO POR JOSÉ LUIS ALVAREZ S. REVISADO POR JOSÉ LUIS ALVAREZ S. FECHA 28 - ENERO - 2008 ESCALA S/ESCALA	PROYECTO INFORME DE SUFFICIENCIA PARA OPTAR TITULO INGENIERO ELECTRICISTA AUTOMATIZACION DEL PROCESO DE DESENRROLIADO MEDIDA Y CORTE DE FIERRO SILICOSO SUMINISTRADO EN CARRETE	PAGINA No 10 DE 19
REV.	DESCRIPCION	DIBUJO	REVISO		

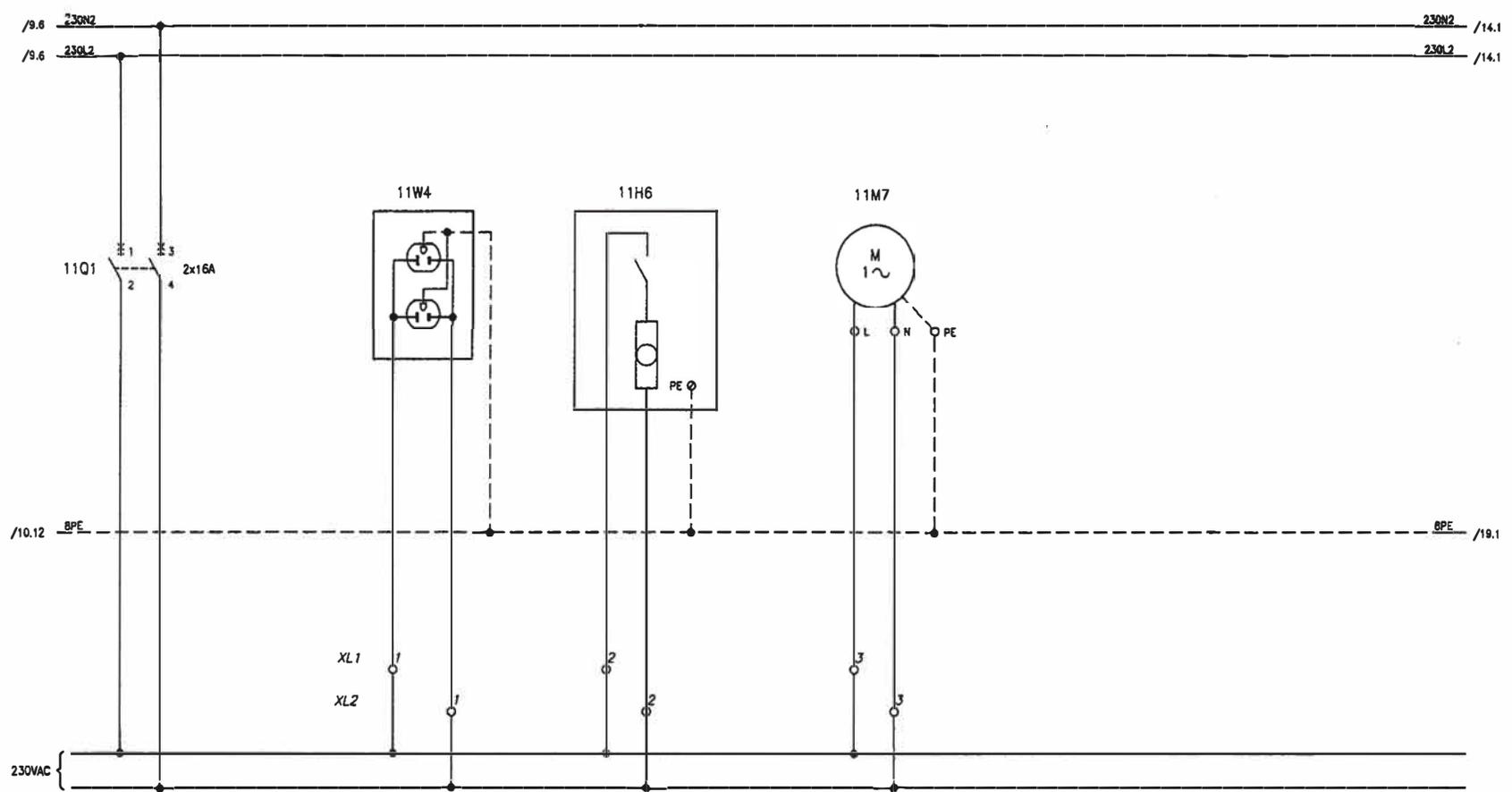


INTERRUPTOR DE
SERVICIOS AUXILIARES

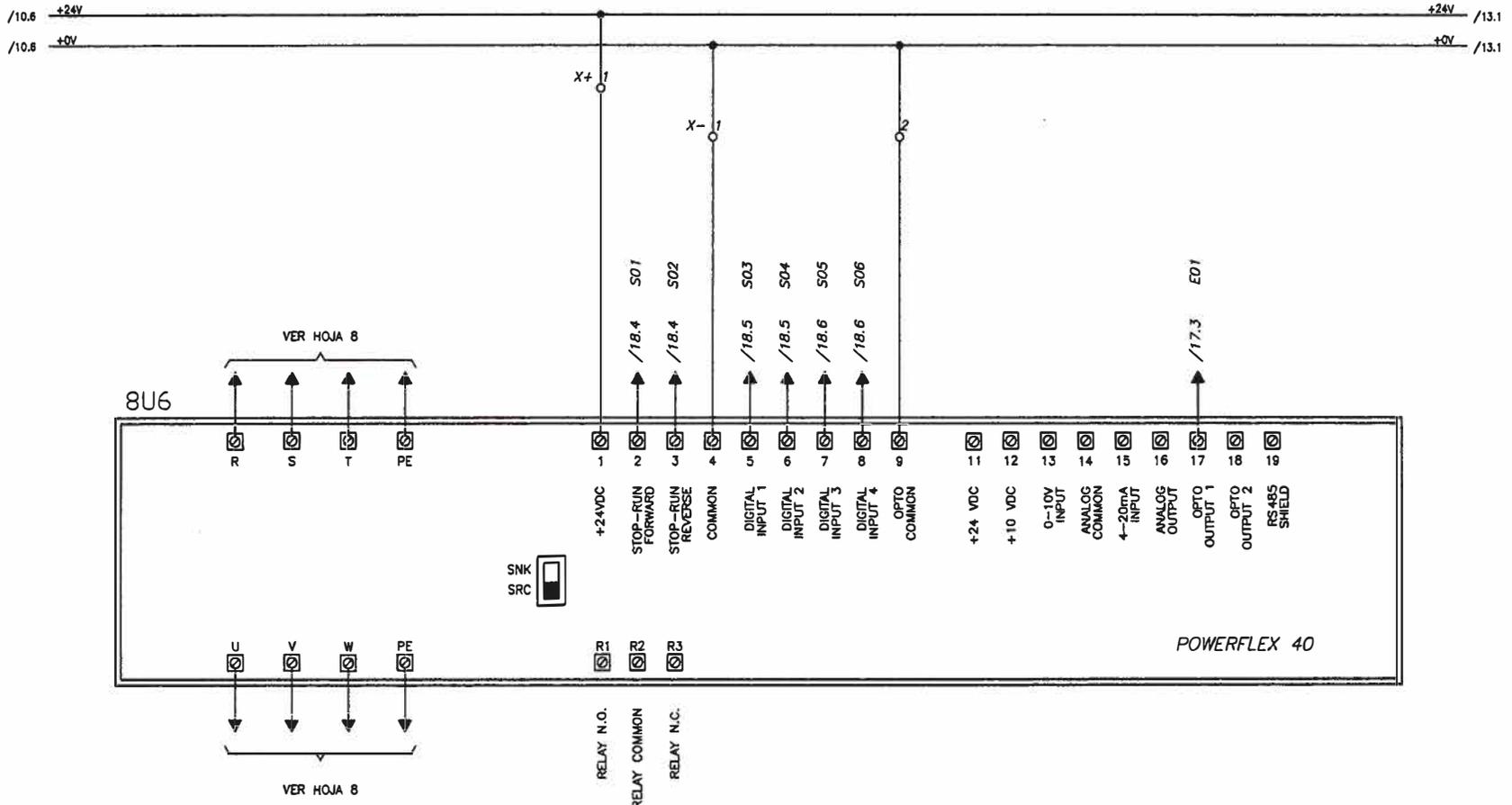
TOMACORRIENTE
PARA PC

ILUMINACION
INTERNA TABLERO

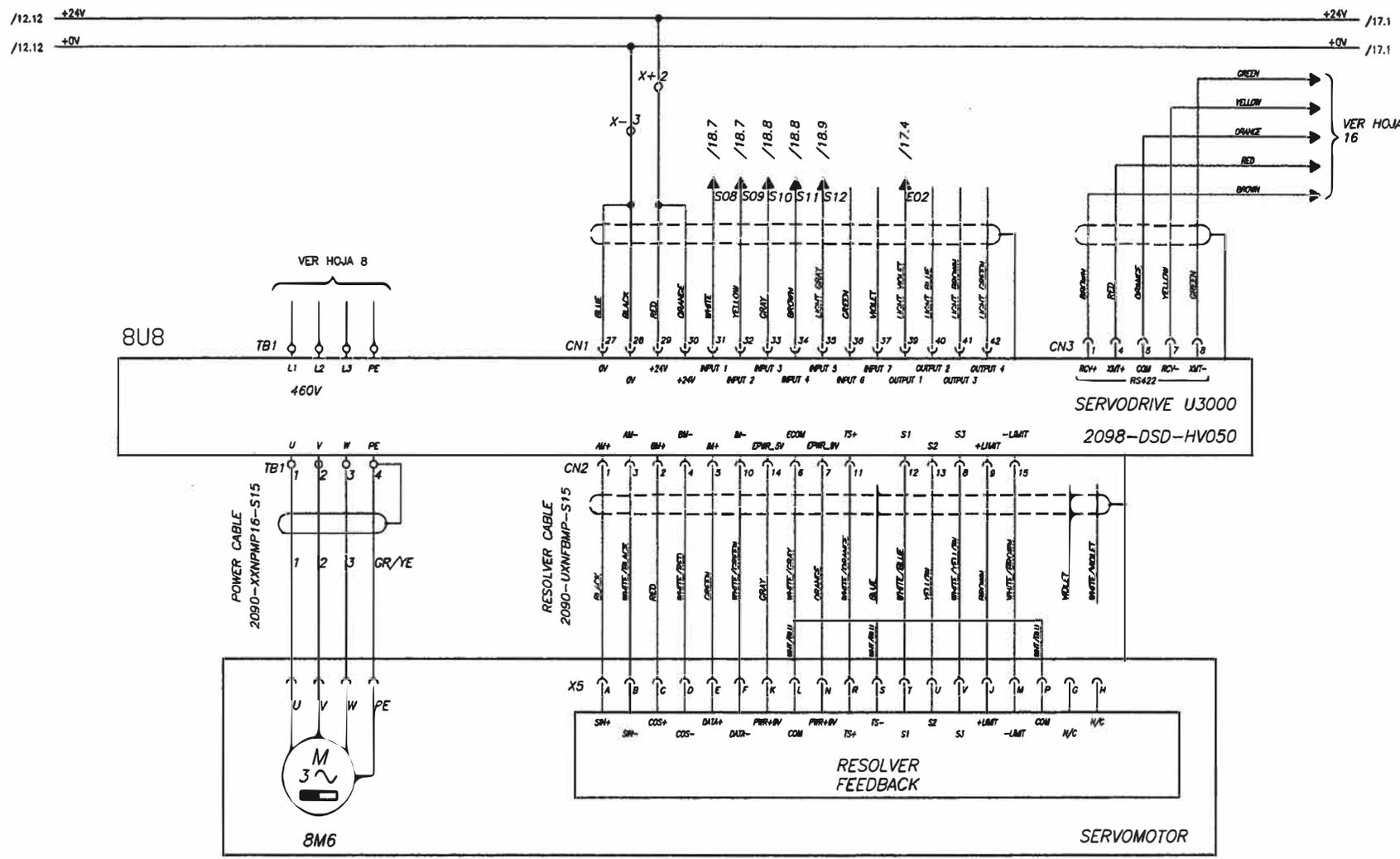
VENTILACION
INTERNA TABLERO



REV.	DESCRIPCION	DIBUJO	REVISO	DISEÑADO POR JOSE LUIS ALVAREZ S. REVISADO POR JOSE LUIS ALVAREZ S. FECHA 28 - ENERO - 2008 ESCALA S/ESCALA	PROYECTO INFORME DE SUFICIENCIA PARA OPTAR TITULO INGENIERO ELECTRICISTA AUTOMATIZACION DEL PROCESO DE DESENERROLADO MEDIDA Y CORTE DE FIERRO SILICOSO SUMINISTRADO EN CARRETE	PAGINA No 11 DE 19
------	-------------	--------	--------	--	--	------------------------------------



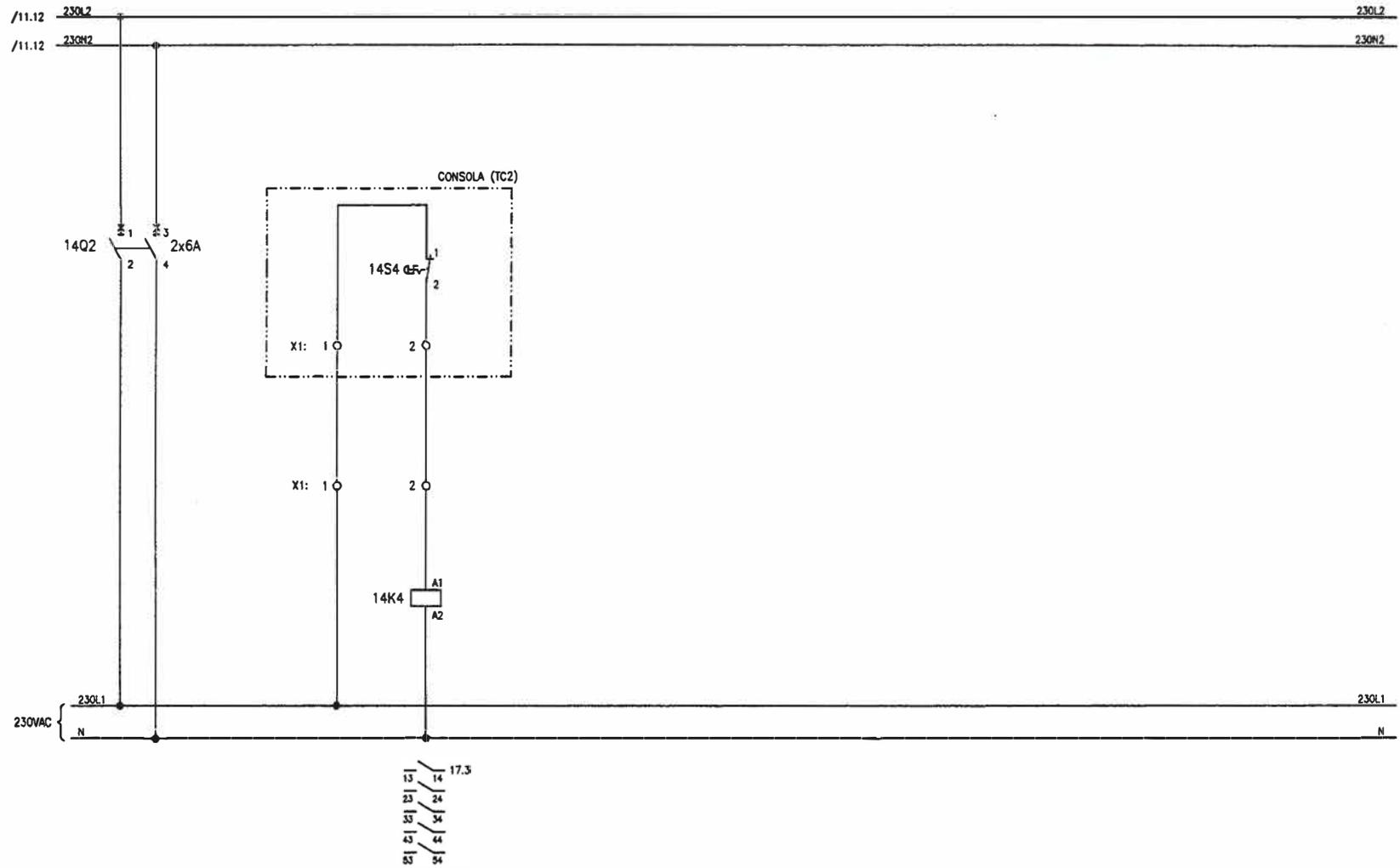
				DISEÑADO POR JOSE LUIS ALVAREZ S.		PROYECTO INFORME DE SUFICIENCIA PARA OPTAR TITULO INGENIERO ELECTRICISTA		PAGINA No 12	
				REVISADO POR JOSE LUIS ALVAREZ S.		AUTOMATIZACION DEL PROCESO DE DESENERROLLADO MEDIDA Y CORTE DE FIERRO SILICOSO SUMINISTRADO EN CARRETE		CONTROLADOR DE FRECUENCIA	
				FECHA 28 - ENERO - 2008				DE 19	
				ESCALA S/ESCALA					
REV.	DESCRIPCION	DIBUJO	REVISO						



REV.	DESCRIPCION	DIBUJO	REVISO	DISEÑADO POR JOSE LUIS ALVAREZ S. REVISADO POR JOSE LUIS ALVAREZ S. FECHA 28 - ENERO - 2008 ESCALA S/ESCALA	PROYECTO AUTOMATIZACION DEL PROCESO DE DESENRROLLADO MEDIDA Y CORTE DE FIERRO SILICOSO SUMINISTRADO EN CARRETE	INFORME DE SUFICIENCIA PARA OPTAR TITULO INGENIERO ELECTRICISTA SERVODRIVE	PAGINA No 13 DE 19
------	-------------	--------	--------	--	---	---	------------------------------------



PULSADOR DE PARADA DE EMERGENCIA

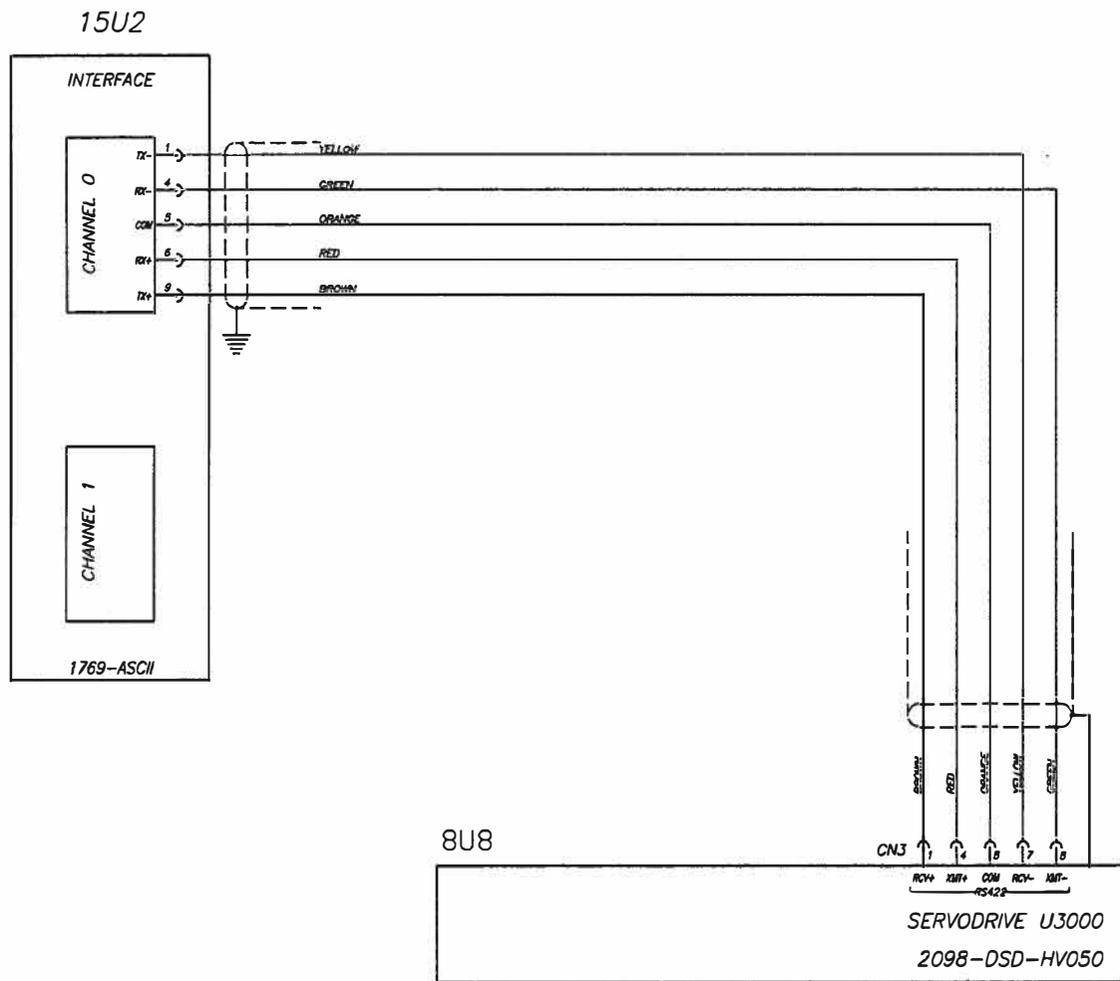


				DISEÑADO POR JOSE LUIS ALVAREZ S.		PROYECTO INFORME DE SUFICIENCIA PARA OPTAR TITULO INGENIERO ELECTRICISTA	PAGINA No 14
				REVISADO POR JOSE LUIS ALVAREZ S.		AUTOMATIZACION DEL PROCESO DE DESENRROLLADO	PARADA DE EMERGENCIA
				FECHA 28 - ENERO - 2008		MEDIDA Y CORTE DE FIBRO SILICOSO SUMINISTRADO EN CARRETE	
REV.	DESCRIPCION	DIBUJO	REVISO	ESCALA	S/ESCALA		

15U1 CPU	15U2 INTERFACE	15U3 DIGITAL INPUT	10U1 POWER SUPPLY	15U6 DIGITAL OUTPUT
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;">RJ45</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;">ETHERNET</div>	SERVO DRIVES COMMUNICATION		L1 <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> PE <input type="checkbox"/>	
1769-L35E	1769-ASCII	1769-IQ16	1769-PA4	1769-OB16

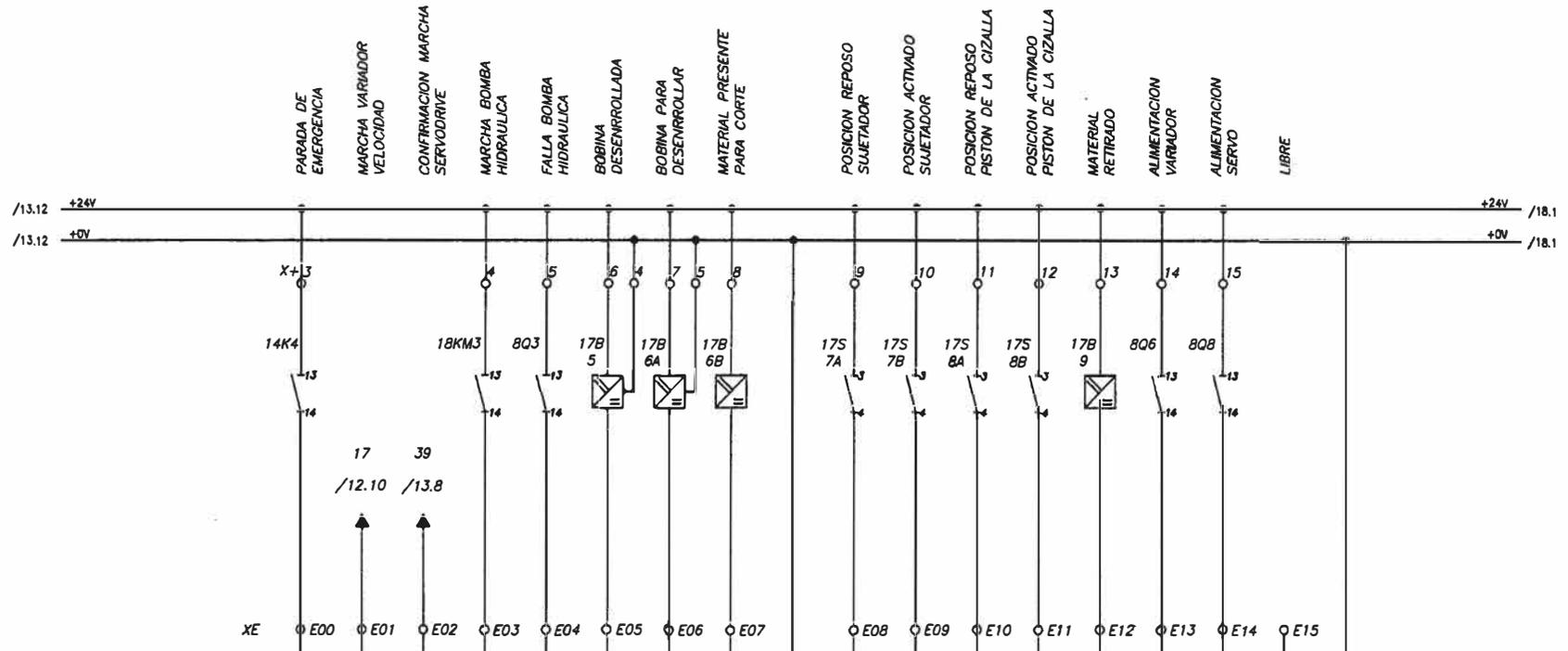
			<small>DISEÑADO POR</small> JOSE LUIS ALVAREZ S. <small>REVISADO POR</small> JOSE LUIS ALVAREZ S. <small>FECHA</small> 28 - ENERO - 2008 <small>ESCALA</small>	<small>PROYECTO</small> INFORME DE SUFICIENCIA PARA OPTAR TITULO INGENIERO ELECTRICISTA AUTOMATIZACION DEL PROCESO DE DESENRROLLADO MEDIDA Y CORTE DE FIERRO SILICOSO SUMINISTRADO EN CARRETE	<small>PAGINA No</small> 15 <small>DE</small> 19
<small>REV.</small>	<small>DESCRIPCION</small>	<small>DIBUJO</small>	<small>REVISO</small>	<small>S/ESCALA</small>	





				DISEÑADO POR JOSE LUIS ALVAREZ S. REVISADO POR JOSE LUIS ALVAREZ S. FECHA 28 - ENERO - 2008 ESCALA	PROYECTO INFORME DE SUFICIENCIA PARA OPTAR TITULO INGENIERO ELECTRICISTA AUTOMATIZACION DEL PROCESO DE DESENRROLLADO MEDIDA Y CORTE DE FIBRO SILICOSO SUMINISTRADO EN CARRETE	PAGINA No 16 DE 19
REV.	DESCRIPCION	DIBUJO	REVISO	S/ESCALA	INTERFACES DE COMUNICACIONES SERVODRIVE-AUTOMATA PROGRAMABLE	



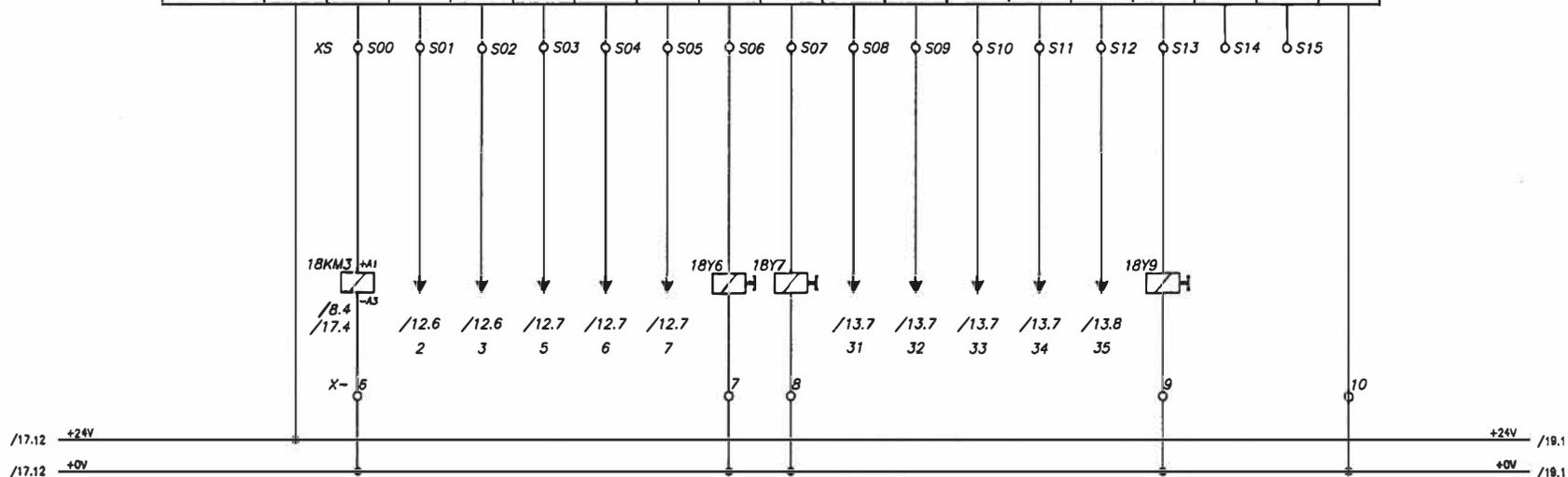


INPUT	INO	IN1	IN2	IN3	IN4	IN5	IN6	IN7	COM1	IN8	IN9	IN10	IN11	IN12	IN13	IN14	IN15	COM2
ADDRESS I:	0	1	2	3	4	5	6	7		8	9	10	11	12	13	14	15	
1769-IQ16																		
DIGITAL INPUT 24VDC																		

15U3

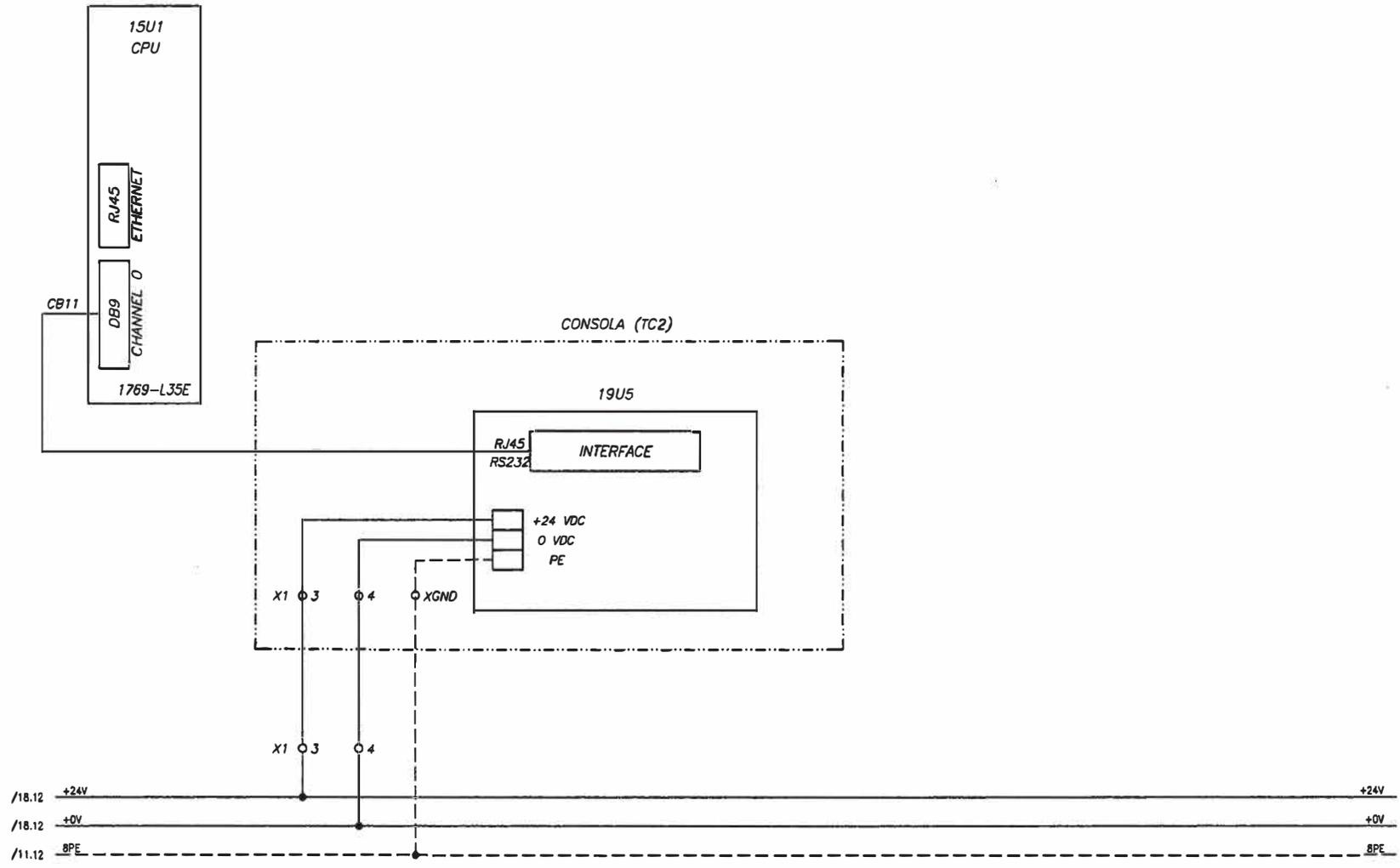
15U6

1769-OB16		DIGITAL OUTPUT 24VDC																
ADDRESS 0:	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
OUTPUT	+VDC1	OUT0	OUT1	OUT2	OUT3	OUT4	OUT5	OUT6	OUT7	OUT8	OUT9	OUT10	OUT11	OUT12	OUT13	OUT14	OUT15	COM1



- BOMBA HIDRAULICA
- SENTIDO DIRECTO VARIADOR
- SENTIDO REVERSO VARIADOR
- VELOCIDAD 1 VARIADOR
- VELOCIDAD 2 VARIADOR
- VELOCIDAD 3 VARIADOR
- ACTIVA PISTON SUJETADOR
- ACTIVA PISTON CIZALLA
- ACTIVA SERVODRIVE
- VELOCIDAD LENTA SERVODRIVE
- VELOCIDAD RAPIDA SERVODRIVE
- GIRO DIRECTO SERVODRIVE
- GIRO REVERSO SERVODRIVE
- ACTIVA PISTON BOTADOR
- LIBRE
- LIBRE

REV.	DESCRIPCION	DIBUJO	REVISO	DISEÑADO POR JOSE LUIS ALVAREZ S. REVISADO POR JOSE LUIS ALVAREZ S. FECHA 23 - ENERO - 2008 ESCALA S/ESCALA	PROYECTO INFORME DE SUFICIENCIA PARA OPTAR TITULO INGENIERO ELECTRICISTA AUTOMATIZACION DEL PROCESO DE DESENERROLLADO MEDIDA Y CORTE DE FIERRO SILICOSO SUMINISTRADO EN CARRETE	PAGINA No 18 DE 19
------	-------------	--------	--------	--	---	------------------------------------



				DISEÑADO POR JOSE LUIS ALVAREZ S.		PROYECTO INFORME DE SUFICIENCIA PARA OPTAR TITULO INGENIERO ELECTRICISTA	PAGINA No 19
				REVISADO POR JOSE LUIS ALVAREZ S.		AUTOMATIZACION DEL PROCESO DE DESENERROLADO MEDIDA Y CORTE DE FIERRO SILICOSO SUMINISTRADO EN CARRETE	PANEL VISUALIZADOR
				FECHA 28 - ENERO - 2008			
REV.	DESCRIPCION	DIBUJO	REVISO	ESCALA S/ESCALA			DE 19

ANEXO B
DIAGRAMAS LÓGICOS

DIAGRAMA LOGICO
INICIO FIN DE OPERACIÓN

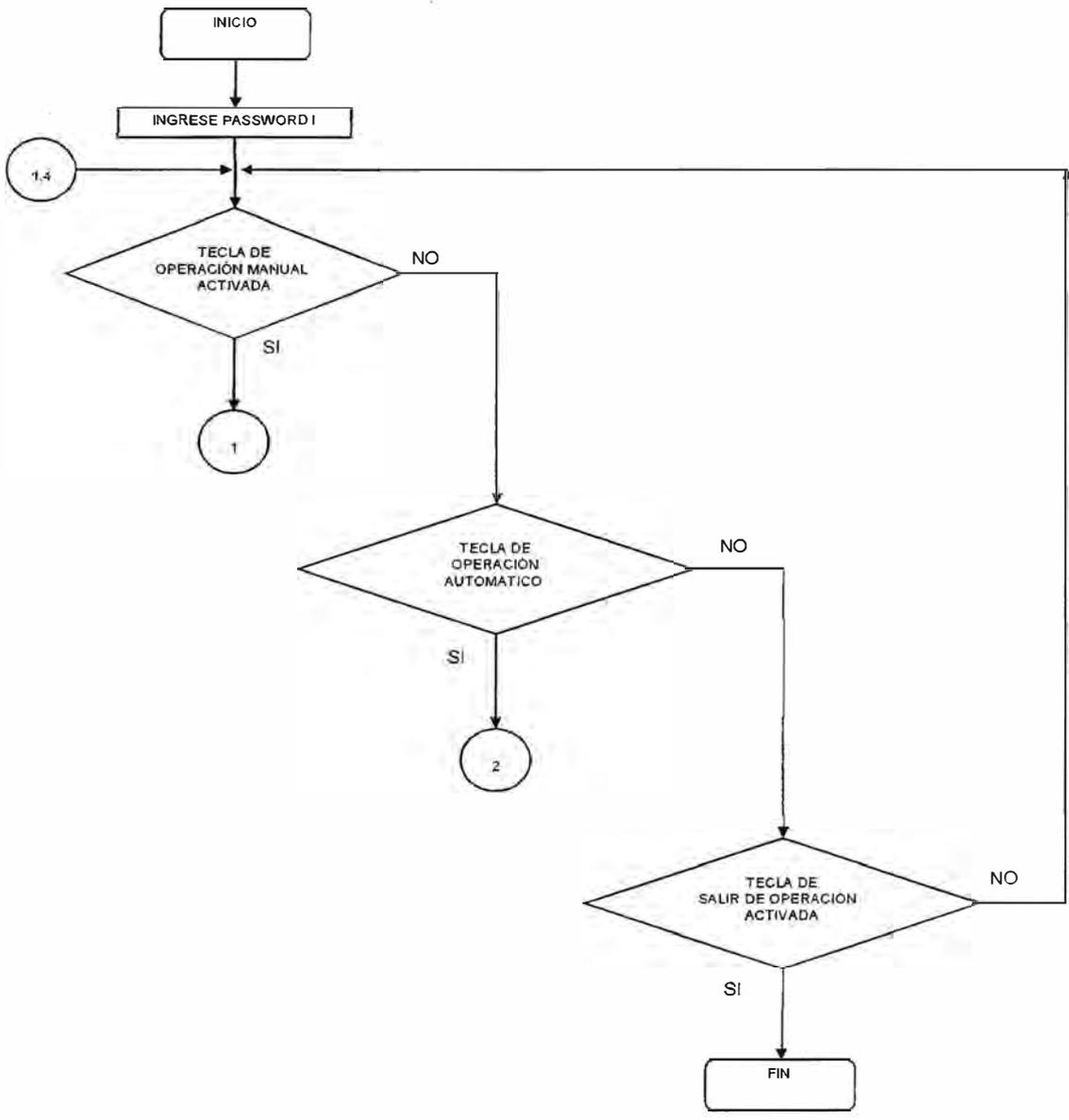


DIAGRAMA LÓGICO
OPERACIÓN MANUAL DEL VARIADOR DE VELOCIDAD

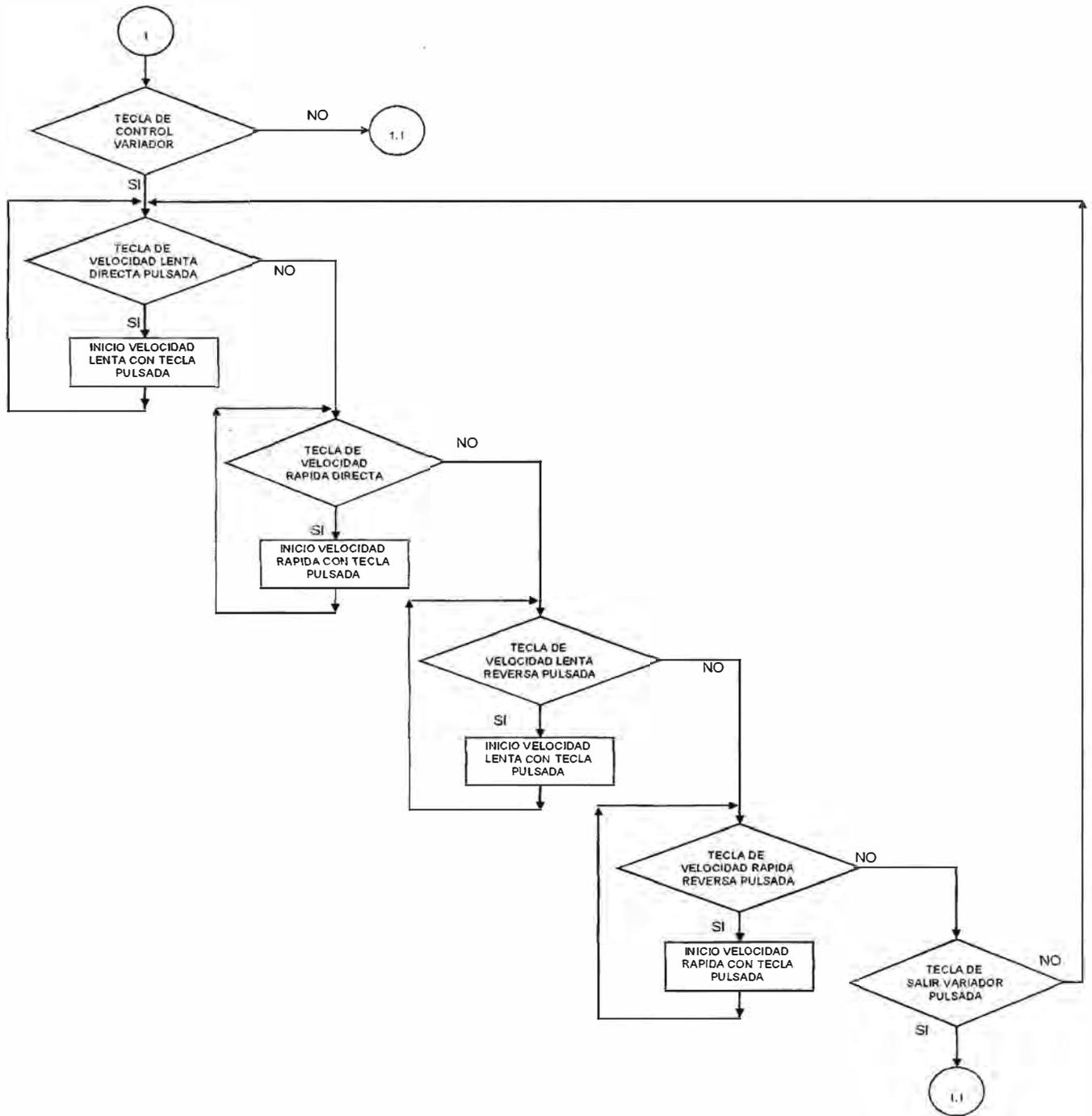


DIAGRAMA LÓGICO
OPERACIÓN MANUAL DEL SERVODRIVE

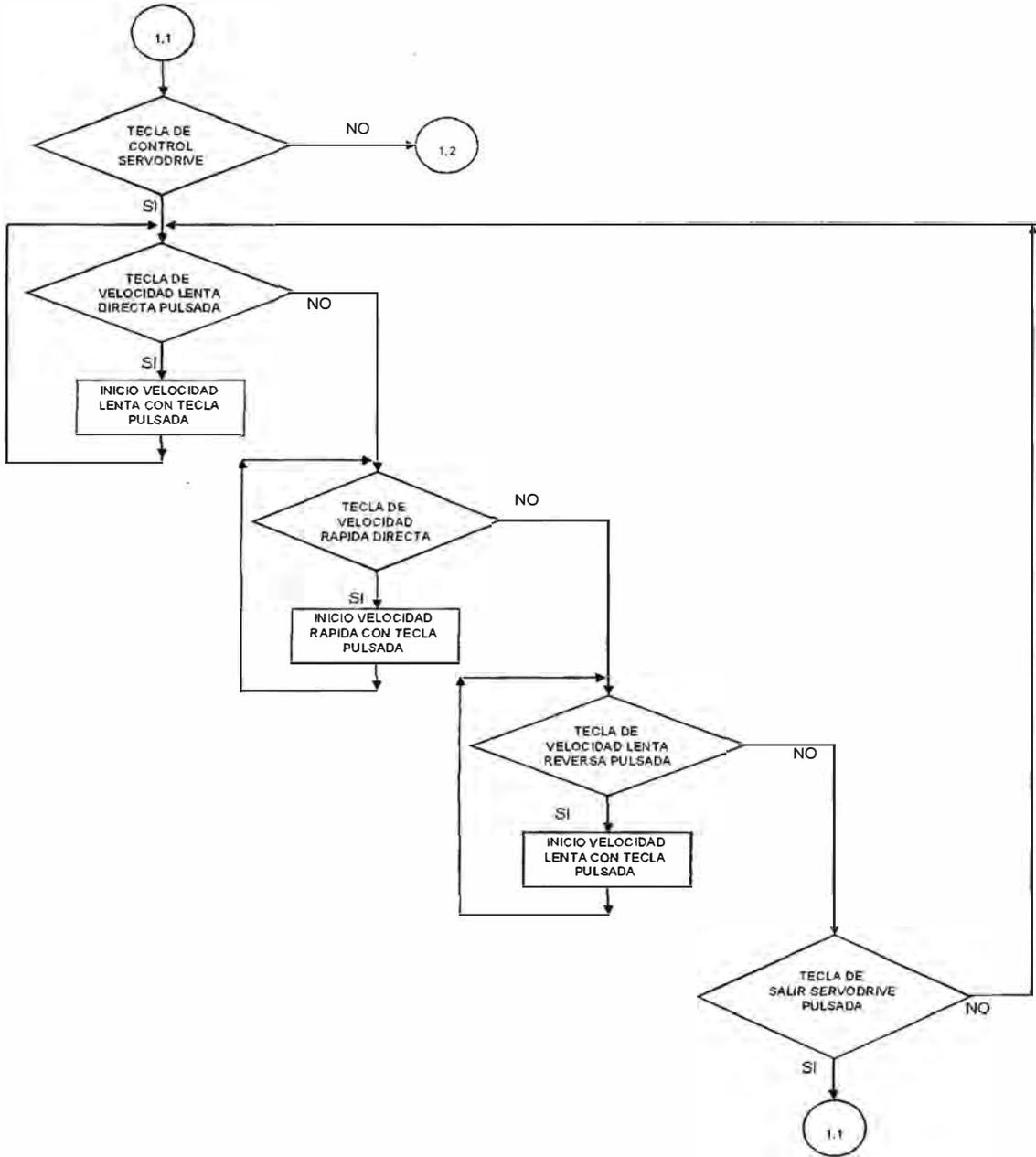


DIAGRAMA LÓGICO
OPERACIÓN MANUAL DE LA CIZALLA

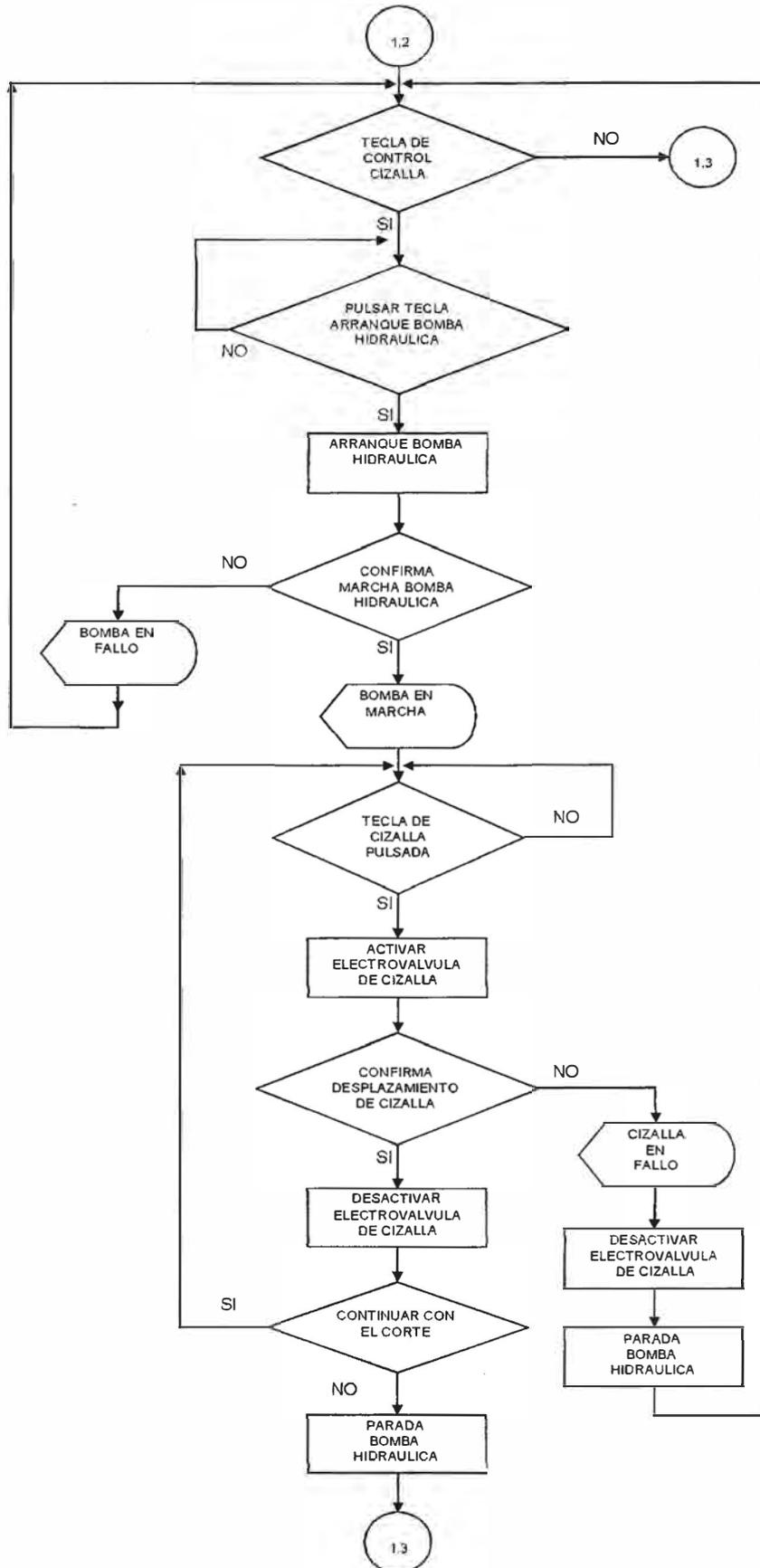


DIAGRAMA LÓGICO
SALIDA OPERACIÓN MANUAL

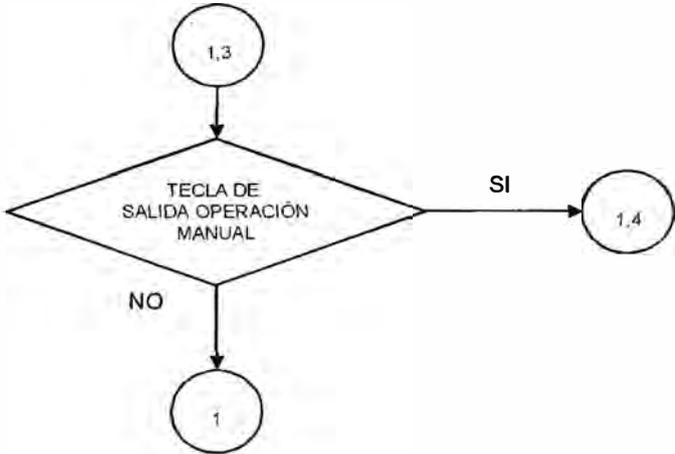


DIAGRAMA LÓGICO
OPERACIÓN AUTOMÁTICO - ENTRADA DATOS I

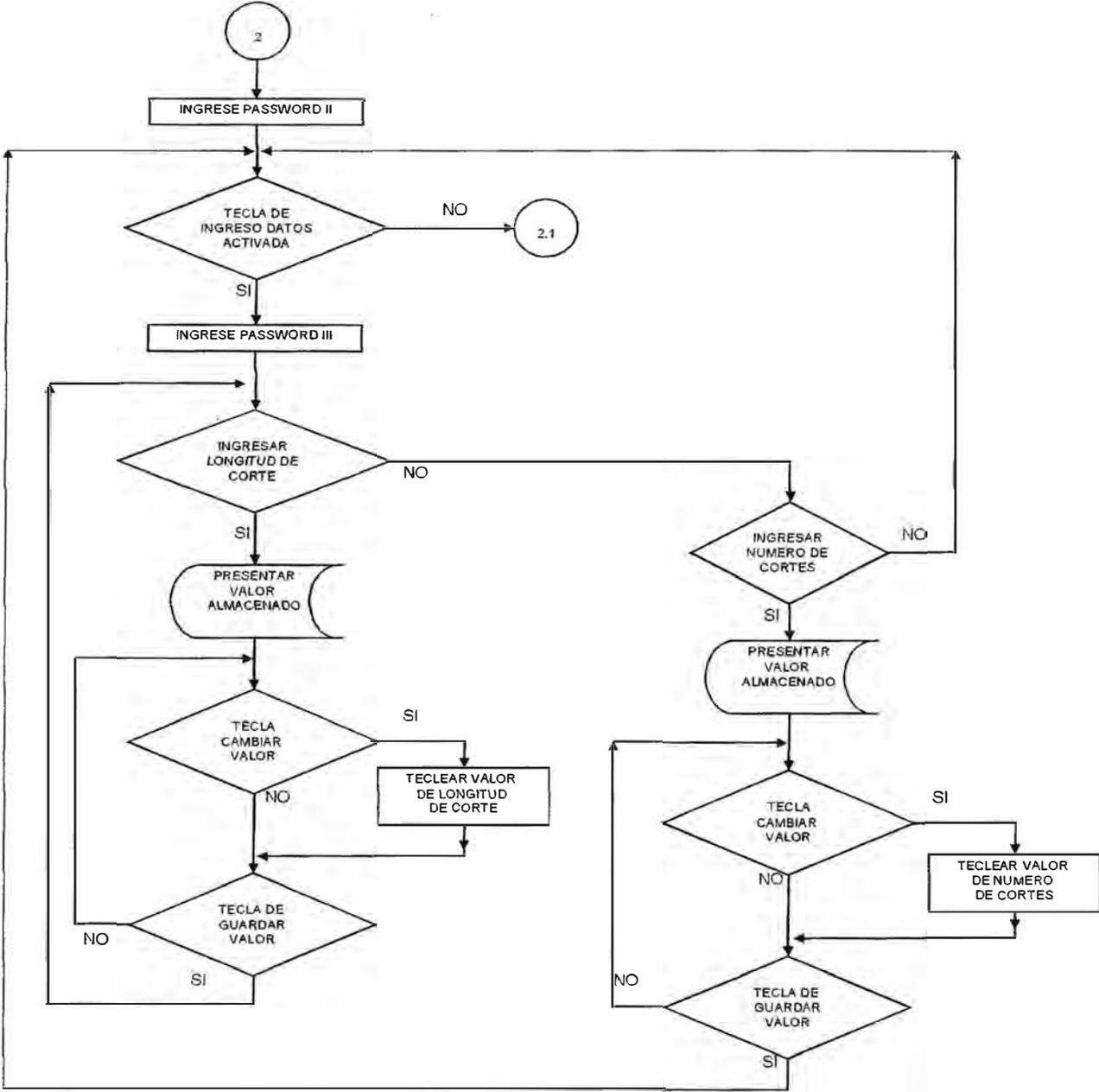


DIAGRAMA LOGICO
OPERACIÓN AUTOMATICO - ENTRADA DATOS II

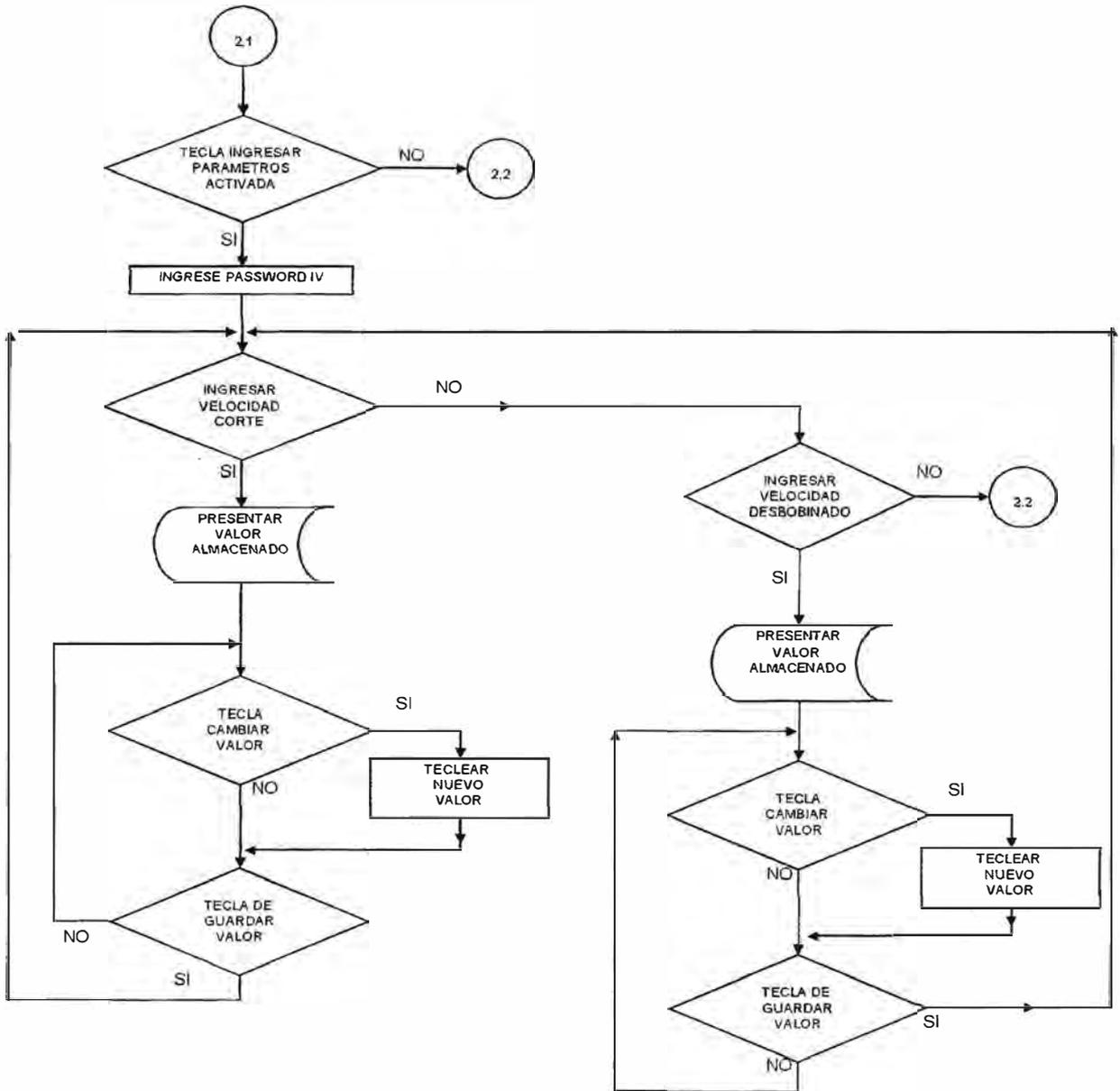


DIAGRAMA LÓGICO
OPERACIÓN AUTOMÁTICO - FUNCIONES DE OPERACIÓN

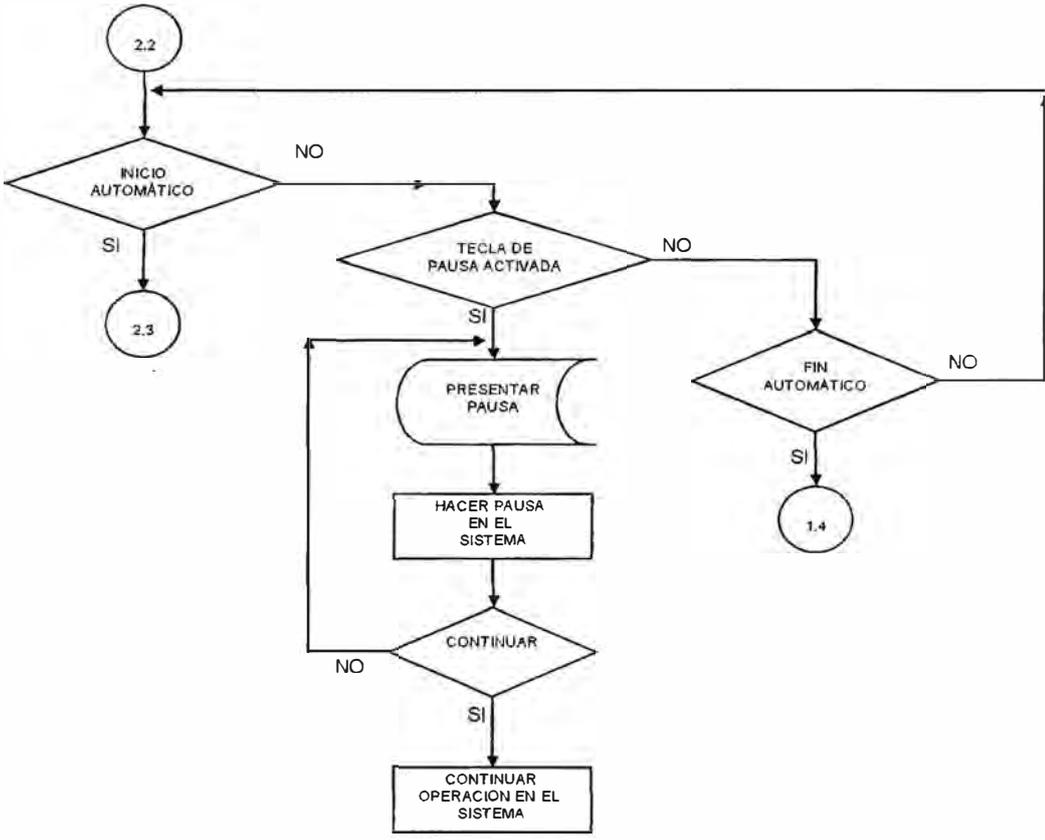


DIAGRAMA LÓGICO
OPERACIÓN AUTOMÁTICO - DESBOBINAR CARRETE

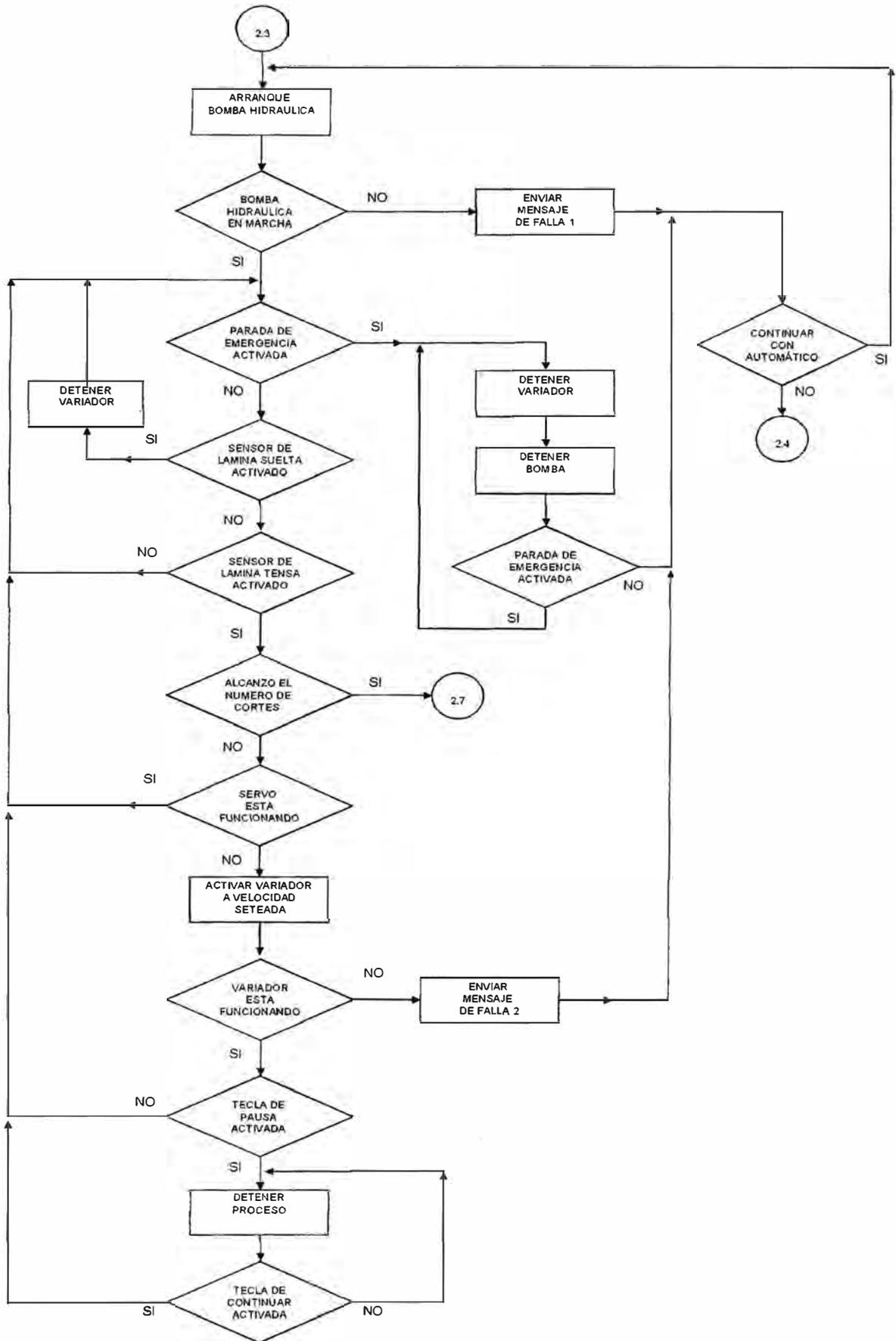


DIAGRAMA LÓGICO
OPERACIÓN AUTOMÁTICO - MEDICIÓN

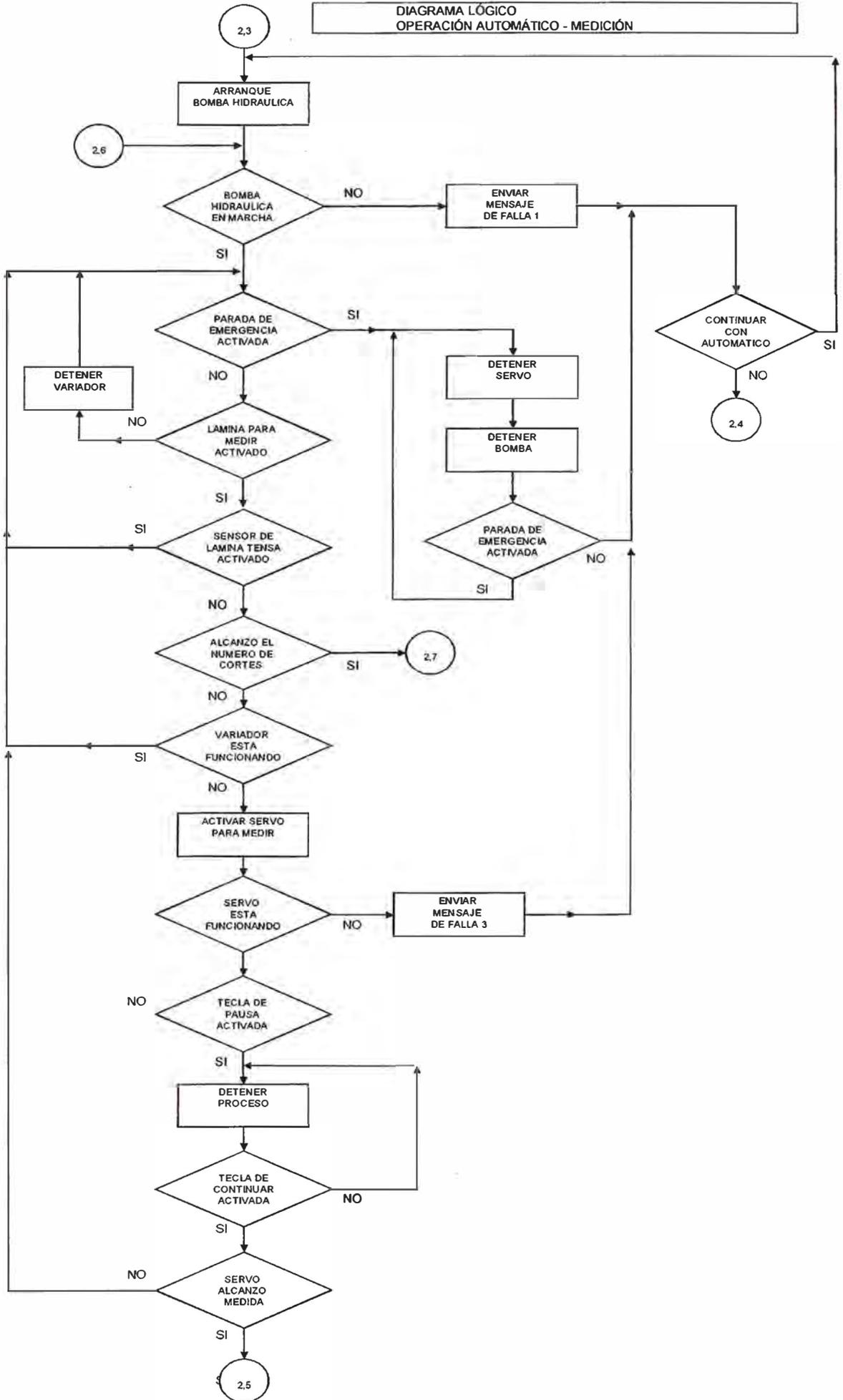


DIAGRAMA LOGICO
OPERACIÓN AUTOMATICO - CORTE Y RETIRO MATERIAL

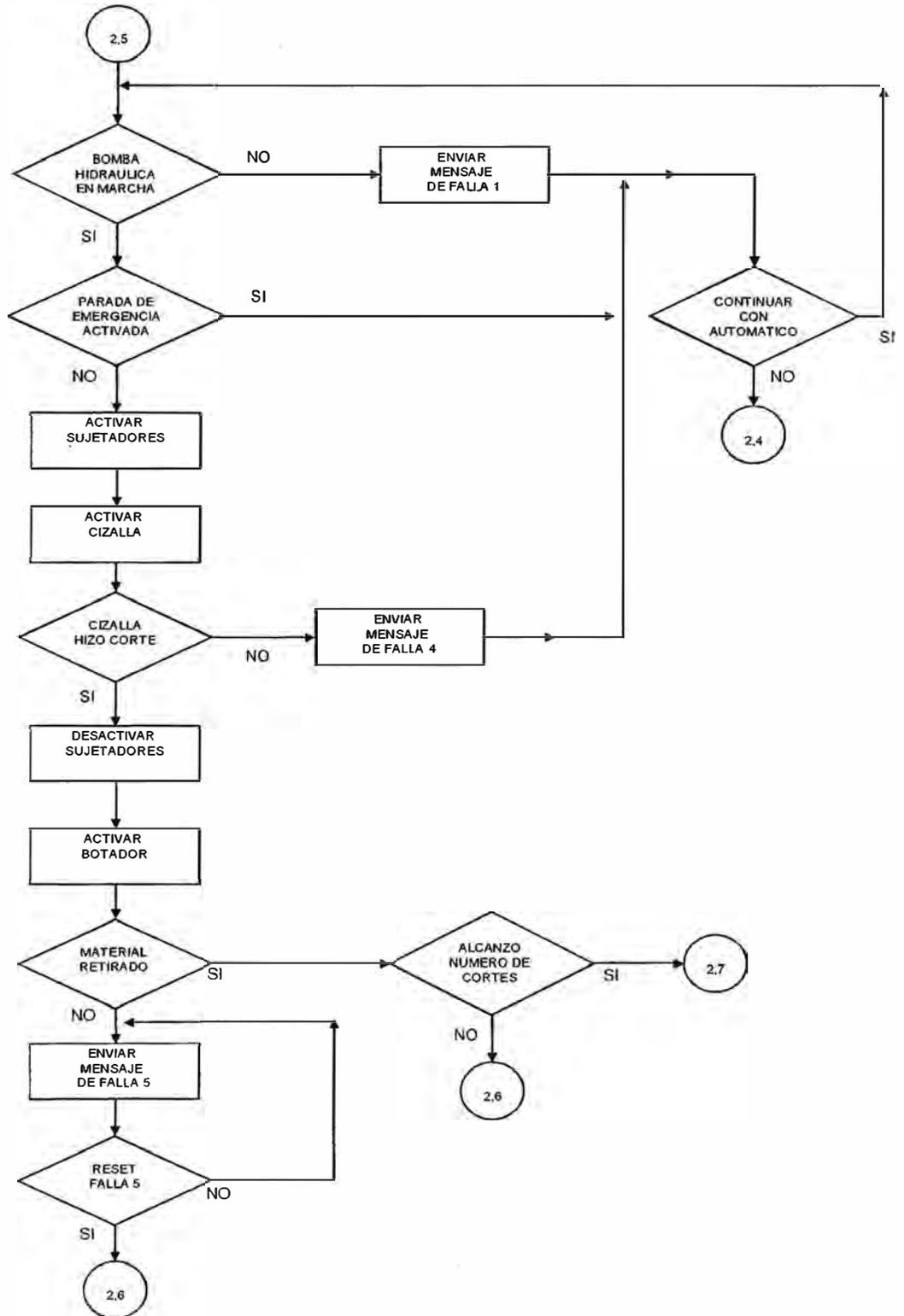
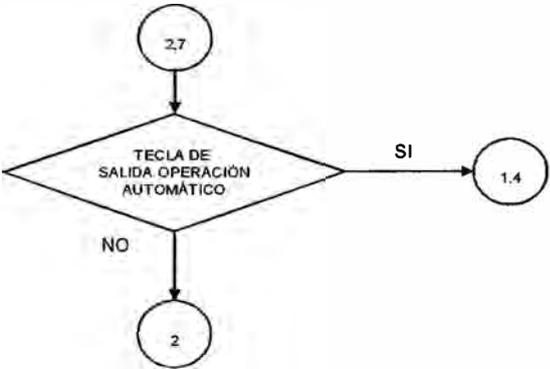


DIAGRAMA LÓGICO
SALIDA OPERACIÓN AUTOMÁTICO



ANEXO C
CUADROS CAPÍTULO IV

LISTA 4.1 "EQUIPOS DE FUERZA"

Código	Nombre	Equipo eléctrico de accionamiento	Potencia	Comentario
8M3	Motor de la Cizalla	Motor trifásico	3 HP	Arrancador directo
8M6	Motor del desenrollado	Motor trifásico	3 HP	Variador de Frecuencia
8M8	Servomotor	Motor trifásico	5,5 HP	Controlado por Servodrive
8T2	Estabilizador de control		750 VA	Mando por Interruptor
8T5	Transformador de servicios		600VA	Mando por Interruptor

LISTA 4.4 "CÁLCULO DE LA FUENTE DEL PLC"				
Módulo tipo	Referencia	Cant.	Consumo en mA	
			On 24 VDC	
			Módulo	Total
Procesador	1769-L35E	1	100	100
Entrada Digital	1769-IQ16	1	160	160
Salida Digital	1769-OB16	1	160	160
Interface	1769-ASCII	1	300	300
Total				720
Total en Vatios				17,28

La fuente escogida es de 100VA

BIBLIOGRAFÍA

1. *CATÁLOGO TÉCNICO DE AUTOMATISMO* de Schneider Electric, publicación electrónica del año 1999.
2. *CATÁLOGO TÉCNICO POWER FLEX 40* de Allen Bradley, publicación electrónica del año 2005.
3. *CATÁLOGO TÉCNICO XBT MAGELIS* de Schneider Electric, publicación electrónica del año 1999.
4. *MANUAL DE INSTALACIÓN PARA PROCESADORES Y MÓDULOS* de Allen Bradley, publicación electrónica del año 2005.
5. *MANUAL DE SERVODRIVE Y SERVOMOTORES KINETIX* de Allen Bradley, publicación electrónica del año 2006.
6. *CONCEPCIÓN DE UN AUTOMATISMO* de Telemecanique, publicación del año 1982.
7. *AUTOMATION AND POWER DISTRIBUTION* de Klockner-Moeller, publicación del año 1998.
8. *CONTROLES INDUSTRIALES* de Rockwell Automation, publicación del año 1996.
9. *UNIDADES DE MANDO Y SEÑALIZACIÓN* de Telemecanique, publicación del año 1999.
10. *CATÁLOGO GENERAL 29 DE RITTAL (Gabinetes Metálicos)* publicación del año 1999.
11. *VARIADORES DE VELOCIDAD* de Schneider Electric, publicación del año 1999.
12. *VARIADORES DE FRECUENCIA* de Rockwell Automation, publicación del año 2006.
13. *KINETIX MOTION CONTROL SELECTION GUIDE* de Rockwell Automation, publicación del año 2006.

14. MOTION CONTROL LEXIUM 05 de Schneider Electric, publicación del año 2006.