ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNOLOGOS

AUTOMATIZACIÓN DE MÁQUINA CORTADORA DE LATÓN PARA FORJA UTILIZANDO UN PLC PARA LA FÁBRICA ESACONTROL.

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN ELECTROMECÁNICA.

JUAN CARLOS ARELLANO BELTRÁN.
E-mail: jcarellanob@hotmail.com

DIRECTOR: ING. GERMÁN CASTRO MACANCELA.
E-mail: gammaservicios@andinanet.net

Quito, Febrero del 2011

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el señor JUAN CARLOS ARELLANO BELTRAN bajo mi supervisión, el trabajo practico se encuentra desarrollado en su totalidad, operativo y sin problema alguno.

Ing. Germán Castro Macancela
DIRECTOR DEL PROYECTO

DECLARACIÓN

Yo Juan Carlos Arellano Beltrán declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito ha sido de mi autoría que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo a la ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL, SEGÚN LO ESTABLECIDO POR LA Ley de Propiedad Intelectual por su reglamento y su Normatividad Institucional Vigente.

JUAN CARLOS ARELLANO B.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco el haberme permitido realizar esta tesis a la fábrica ESACONTROL, por haber financiado la totalidad de este proyecto, a mis padres y familia por el constante apoyo, al ingeniero Germán Castro por su valiosa asistencia al realizar el presente trabajo, a la colaboración desinteresada de mis compañeros que me alentaron en la ejecución de este proyecto,

DEDICATORIA

Ésta tesis va dedicada a Dios y a mi familia en especial a mi esposa Ana Lucia Mafla Carrillo, mis hijas Linda Micaela Arellano Mafla y Karla Luciana Arellano Mafla, que han sido de gran apoyo al momento de realizar este proyecto, a mis padres María Mercedes Beltrán y José María Arellano Borja por su paciencia, comprensión y ayuda, a mis amigos que como yo luchan por tener un país mejor

CONTENIDO

DECLARACIÓN

AGRADECIMIENTOS

DEDICATORIA

CONTENIDO

Página

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN…….. 1

1.2 AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL……. ……..2

1.3 SISTEMAS DE CORTE……..…….. 3

1.3.1 CORTE MEDIANTE CIERRA CIRCULAR……3

1.3.2 CORTADORA DE METALES MEDIANTE LASER……..... 4

1.3.3 CORTE MEDIANTE MAQUINA CNC LASER……5

1.3.4 CORTE MEDIANTE CHORRO DE AGUA…….6

1.4 ELEMENTOS DE MANDO Y CONTROL…….. 8

1.4.1 GRAFICAS DE LOS ELEMENTOS BASICOS DE MANDO Y CONTROL…….. 8

1.4.2 RELÉ……..9

1.4.3 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE……..... 10

1.4.4 INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO……. 11

1.4.5 ELECTROVÁLVULAS……12

1.4.6 IDENTIFICACION DE CABLEADO Y BORNERAS……13

1.4.7 SEÑALIZACIÓN……..14
1.5 ELEMENTOS DE FUERZA…….. 14
1.5.1 CONTACTOR……..14
1.5.2 GENERADOR ELECTRICO……..15
1.5.3 MOTOR ELECTRICO……..16
1.5.4 TRANSFORMADOR…… 17
1.5.5 ELEMENTOS DE PROTECCIÓN ELÉCTRICA…….. 18

CAPITULO II

CONOCIMIENTO DE LA MÁQUINA

2.1 INTRODUCCIÓN…….. 20
2.2 COMPONENTES DE LA MÁQUINA……. 22
2.2.1 SISTEMA MESA CARGA BARRAS…….. 22
2.2.1.1 Funcionamiento del Sistema Carga Barras……. 23
2.2.2 SISTEMA CARGADOR ALIMENTADOR DE BARRAS……..23
2.2.2.1 Funcionamiento del Sistema Cargador Alimentador de Barras……... 24
2.2.3 SISTEMA MEDIDOR DE BARRAS……... 26
2.2.3.1 Funcionamiento del Sistema Medidor de Barras…….. 27
2.2.4 SISTEMA ALIMENTADOR DE BARRA…… 28
2.2.4.1 Funcionamiento del Sistema Alimentador de Barra……..28
2.2.5 SISTEMA DE CORTE…….. 31
2.2.5.1 Funcionamiento del Sistema de Corte…… 31
2.2.6 ALIMENTACION DE AIRE.……. 33
2.2.7 UNIDAD DE MANTENIMIENTO……. 33
2.2.8 ELECTROVÁLVULAS Y CILINDROS NEUMÁTICOS E HIDRONEUMÁTICO…….. 34
2.2.8.1 Electroválvulas……...34
2.2.8.2 Cilindros Neumáticos e Hidroneumático…… 36
2.2.9 PANEL DE CONTROL…… 37

CAPITULO III

AUTOMATIZACIÓN

3.1 INTRODUCCIÓN…….. 39
3.2 TABLERO DE CONTROL ELECTRICO……. 40
3.2.1 CONTROLADOR COMPACTO PROGRAMABLE TWIDO……. 42
3.2.1.1 Características principales del controlador compacto……... 43
3.2.2 CONTROLADOR MODULAR TWIDO…….…. 43
3.2.3 MONITOR DE OPERACIÓN……44
3.2.3.1 Teclas de entrada al monitor de operación…….. 45
3.2.4 CONTACTORES……..45
3.2.5 RELES DE PROTECCION ELECTRICA……46
3.2.6 PROTECCION PRINCIPAL…….. 46
3.2.7 GUARDAMOTORES……47
3.2.8 PULSADORES……48
3.3 CAMBIOS PREVIOS A LA AUTOMATIZACIÓN……. 49
3.4 DESCRIPCIÓN ELÉCTRICA…… 50
3.5 DIAGRAMAS DE BLOQUES CON SECUENCIA DE FUNCIONAMIENTO DE LA CORTADORA……50
3.6 DIAGRAMAS ELECTRICOS DE CONTROL, FUERZA, ALAMBRADO…… 53
3.6.1 DIAGRAMA DE CONTROL ELECTROMECÁNICO……...53
3.6.2 DIAGRAMA DE ALAMBRADO……... 64
3.6.3 DIAGRAMA ELECTRICO DE FUERZA……65
3.7 PROGRAMA UTILIZADO EN LA AUTOMATIZACION…. 66
3.8 CONTROLADORES UTILIZADOS PARA LA AUTOMATIZACIÓN…….. 71
3.8.1 LENGUAJE DEL CONTROLADOR…….. 72
3.8.2 COMUNICACIÓN ENTRE EL PC Y EL CONTROLADOR…….. 72

3.9 SIMBOLOS UTILIZADOS EN LA AUTOMATIZACIÓN……73
3.10 AUTOMATIZACION DE LA MAQUINA CORTADORA DE LATON PARA FORJA…… 73

CAPITULO IV

PRUEBAS Y RESULTADOS

4.1 FUNCIONAMIENTO DE LA CORTADORA DE LATON PARA FORJA ANTES DE LA AUTOMATIZACION…….. 77
4.2 FUNCIONAMIENTO DE LA CORTADORA DE LATON PARA FORJA DESPUES DE LA AUTOMATIZACION……..78
4.2.1 PRUEBAS Y RESULTADOS DEL PROCESO…… 78
4.2.1.1 Pruebas Realizadas……. 78
4.2.1.2 Resultados Obtenidos……. 81
4.3 CONCLUSIONES……... 82
4.4 RECOMENDACIONES……. 84
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS……..86
ANEXOS……87

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

Gran parte de las pequeñas industrias que se dedican al corte de metales, lo realizan de manera defectuosa requiriendo del esfuerzo del operador con poca seguridad y exactitud.

Muchos de los procesos de corte en la industria se realizan por mecanizado que es el arranque de viruta o limalla, hoy en día existe una continua evolución de materiales, geometrías y características de la parte del proceso encargada de realizar el trabajo. Tampoco debe olvidarse la enorme importancia que tienen los sistemas de sujeción de la misma, las condiciones de corte, la máquina herramienta, etc. para cumplir los requisitos y exigencias de precisión y acabado superficial de las piezas fabricadas.

Es necesario conocer algunos temas de forma teórica, haciendo hincapié en los últimos modelos y desarrollos tecnológicos que se están produciendo en este campo, ejemplos son máquinas de corte mediante laser y chorro de agua entre las principales.

Algunos sistemas de corte son semejantes al proceso por automatizar es decir utilizados para el corte de barras metálicas, las ventajas y desventajas de tener una de estas maquinarias está en la estructura metálica o de construcción, basándose en la forma de trabajo para la que fue diseñada o sea si esta es manual semiautomática o automática, de acuerdo a esto varían los costos.

Se estudiará a los principales elementos de mando, control y fuerza utilizados en la automatización de esta máquina industrial, sus funcionamientos y características.

1.2 AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

Las actuales empresas nacionales que cuentan con tecnología de punta en nuestro país son muy escasas, sin embargo lo anterior no debe ser una razón para permanecer en el actual estado de atraso.

Existen soluciones viables para que cada uno de los grupos o niveles tecnológicos en los sistemas automáticos y aprovechando sus propias máquinas y equipos, implanten una automatización acorde a sus condiciones.

A pesar de existir en el país industrias en varios campos de la producción, la mayoría no están en capacidad de competir en los mercados internacionales, tanto en cantidad como en calidad, la explicación salta a la vista cuando se observa y analiza las máquinas y equipos empleados en la producción, este está formado por una amplia gama de tecnologías, la mayoría de ellas con una alta participación manual en sus procesos, como resultado su rendimiento es mínimo y no hay homogeneidad en los bienes producidos. El pretender reponer el parque industrial por aquel de alta tecnología de punta, es una tarea que identifica en lo imposible para la casi totalidad de las empresas debido a los altos costos que ello representa.

Para automatizar maquinaria, según la importancia, se distinguen los siguientes análisis:

Mayor utilización de una máquina, posibilidad de que un hombre trabaje con más de una máquina, realizar procesos totalmente continuos por medio de secuencias programadas, procesos automáticos en cadena con posibilidad de autocontrol y auto corrección de desviaciones.

El perfil ocupacional es diseñar, desarrollar e implementar procesos de Automatización en Industrias y Agroindustrias, tanto elementales como complejas, analizar, adaptar y crear tecnología en el campo de la automatización industrial, prestar asesoría a la industria en estudios de factibilidad tendientes a su modernización.

Como se dijo anteriormente al darse una mayor eficiencia en el sector de maquinaria, se logrará que la empresa industrial disminuya la producción de piezas defectuosas, y por lo tanto aumente una mayor calidad en los productos que se logra mediante la exactitud de las máquinas automatizadas; todo esto ayudará a que la empresa industrial mediante la utilización de inversiones tecnológicas aumente toda su competitividad en un porcentaje considerable.

1.3 SISTEMAS DE CORTE

1.3.1 CORTE MEDIANTE CIERRA CIRCULAR

La cortadora de sierra circular es una maquina que corta longitudinal o transversalmente metales. Dotada principalmente de un motor eléctrico que hace girar a gran velocidad una hoja circular.

Esta es una forma de corte rápida y fácil de materiales ferrosos y no ferrosos, en costos son muy económicas por su diseño que no es automatizado, para el proceso de corte del sistema que se proyecta implementar, se utiliza una cortadora similar a esta pero con una estructura automatizada, son utilizadas para instalaciones industriales, al no ser automática no nos ofrece mucha precisión y es necesario que exista la presencia de un operador constantemente para su normal funcionamiento.

En la figura 1.1 se observan las partes principales de la cortadora de cierra circular, en el punto (1) se indica el mango o palanca donde se realiza presión con la mano para realizar el corte, en (2) se indica el motor del sistema que mediante poleas (8) transmite movimiento hacia el disco de corte (4), en (5) se muestra la mesa de soporte o carga material a cortar, las perillas (9) sirven para regular distancias de la mesa de soporte de material, el encendido de la máquina se realiza con el selector (6), la limalla producida por los cortes cae en el depósito de limalla (7), en caso de ocurrir alguna falla en el sistema es necesario pulsar el paro de emergencia (3)

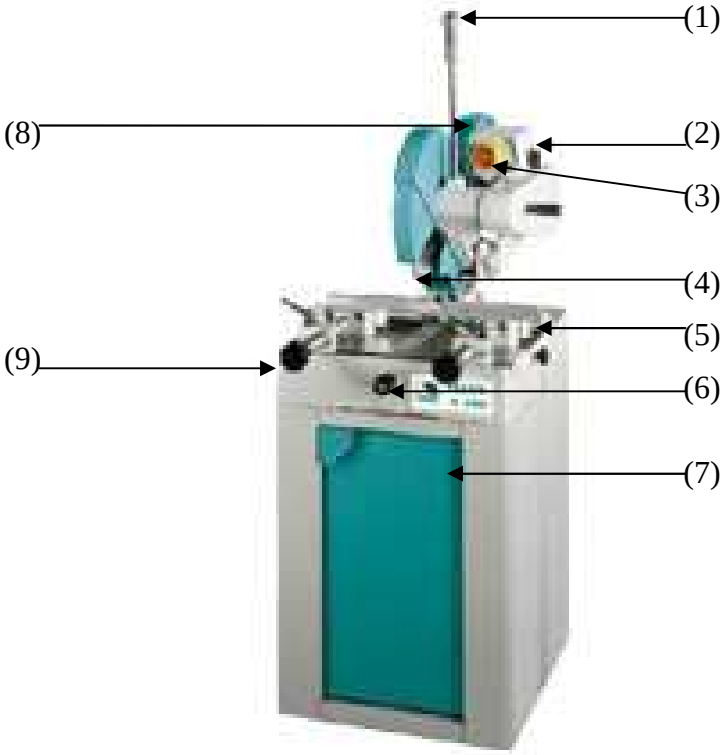


Figura 1.1 Cortadora de Cierra Circular [1].

1.3.2 CORTADORA DE METALES MEDIANTE LASER

En la figura 1.2 se observa un equipo con tecnología más actualizada que el anterior y tienen costos mucho más elevados.

Actualmente para el proceso de corte en la industria se utilizan máquinas que lo realizan mediante laser regulable de acuerdo al material a cortar su uso es de fácil comprensión y se ajusta al fácil manejo de todo tipo de operadores.

En cuanto a la complejidad de su construcción se detalla únicamente las partes más importantes en (1) se muestra la Lámpara piloto que indica el estado de funcionamiento de la máquina, si la lámpara esta en color verde entonces trabaja normalmente, si esta en color rojo quiere decir que la maquina tiene problemas. En (2) se muestra el sistema principal de corte mediante laser; en (3) se puede ver el paro de emergencia, el encendido de la maquina se realiza accionando el pulsador (4).

[1] *Fuente de la figura: www.Spanish.alibaba.com*

Figura 1.2 Cortadoras mediante láser [2].

1.3.3 CORTE MEDIANTE MAQUINA CNC LASER

En la figura 1.3 se muestra otro equipo de corte. La máquina CNC es ideal para trabajos en materiales finos, al igual que el sistema anterior el corte se realiza mediante laser, se pueden elaborar piezas de pequeñas dimensiones a gran precisión. Para el manejo de este tipo de maquinaria es necesario de un operador capacitado que posea conocimientos de algún tipo de software con el que estas trabajan, en este caso el autocad.

A continuación se observa en la figura 1.3 las partes principales de la máquina CNC laser, en (1) se muestra todo el sistemas móvil de la máquina es donde se encuentra ubicado el sistema de rayo laser (5) que realiza el corte de materiales, la parte (3) es la mesa de apoyo de material, se debe aclarar que el material en esta parte puede tener diversos tipos de sujeción por ejemplo mediante mordazas, prensas hidráulicas u otros mecanismos externos a la máquina, en la parte (2) se observa el cerebro de la máquina, es una computadora donde se programa la secuencia de trabajo que va a tener el equipo, se dibuja utilizando el programa autocad una pieza en tres dimensiones que luego al maquinarse mediante laser se tendrá una pieza física con exactamente las medidas del dibujo. Se indica en la parte (4) un reservorio donde se deposita la limalla producto de los cortes.

[2] $Fuente\ de\ la\ figura: www.grupoidemet.com.mx$

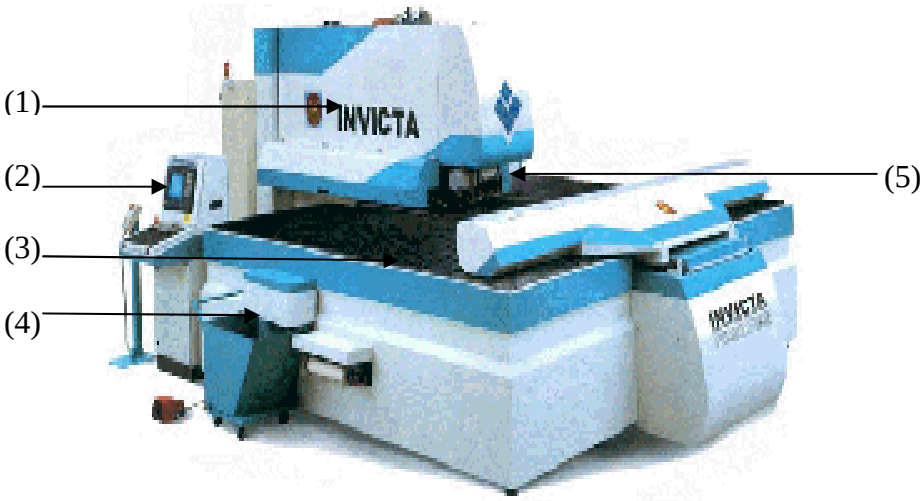


Figura 1.3 Máquina CNC láser [3].

1.3.4 CORTE MEDIANTE CHORRO DE AGUA

"Es una de las variedades de la hidrodemolición, que consiste en el corte de materiales con agua a extrema presión, combinando dicha presión con la incorporación de algún material abrasivo, tales como el carborundo (Carburo de silicio), el corindón o la sílice" [4].

A pesar del alto precio, existen numerosas ventajas de corte por agua frente al corte por láser, el corte por agua permite cortar todo y hasta un espesor más ancho del que el láser puede hacer, aunque este sea más rápido.

El sistema de corte se realiza a través de un chorro de agua de pocos milímetros de diámetro a presiones que superan los 4,000 bares, mesclando el chorro de agua con una arena abrasiva.

La máquina está compuesta por una mesa que va cubierta con agua (una especie de piscina). El agua actúa como barrera del chorro, esto se puede observar en el punto (2) de la figura 1.4.

Para realizar el corte primero hay que realizar el dibujo en la computadora para luego dar la orden a la máquina. O sea se realiza primero un dibujo en Autocad y después se pasa al programa específico que tiene la propia máquina.

[3] *Fuente de la figura: www.directindustry.es*
[4] *Fuente de la figura: es.wikipedia.org*

El operador introduce la clase de pieza que va a cortar, el espesor y el tipo de material. El menú de piezas es el que da la dureza y los parámetros de tiempo necesarios para realizar el corte. Según estos parámetros el tiempo puede variar mucho: de 15 minutos a mas de 40 horas.

Es necesario también tener en cuenta el tipo de corte que se desea obtener que puede ir desde el más basto al más perfecto, independientemente del material que sea. Todo ello depende de la utilidad que se le quiera dar después a la pieza.

Otra ventaja de la tecnología es que a pesar de que este muchas horas en funcionamiento no se calienta.

La máquina puede cortar piezas difíciles de trabajar a gran velocidad, como son metales, piedra, cristal.

Estas máquinas realizan un corte limpio, con un acabado sin rebaba que evita el tener que mecanizar las piezas posteriormente. Algunas ventajas de este tipo de tronzados es que no calienta el material, por lo que éste se puede aprovechar al máximo, ya que es posible juntar más material para obtener mayor número de piezas que en los sistemas anteriores, es decir se puede trabajar con espesores mayores que el láser con un acabado similar y un tiempo mínimo, hay la posibilidad de cortar materiales que sería imposible cortar con otros sistemas de corte: Aluminio, Cristal, etc., existe precisión máxima, a elegir según el tipo de necesidad, no precisa de un entorno especial para trabajar, por lo que el corte no es contaminante y ayuda a conservar el medio ambiente.

En la figura 1.4 se indica el punto (1) es la parte móvil del sistema de corte, en el punto (2) se ve la piscina barrera del chorro de agua, en (3) se muestra el lugar por donde sale el agua para luego por la velocidad de la misma perfora piezas y realiza cortes, en la parte (4) se ve el corte que esta máquina realiza.

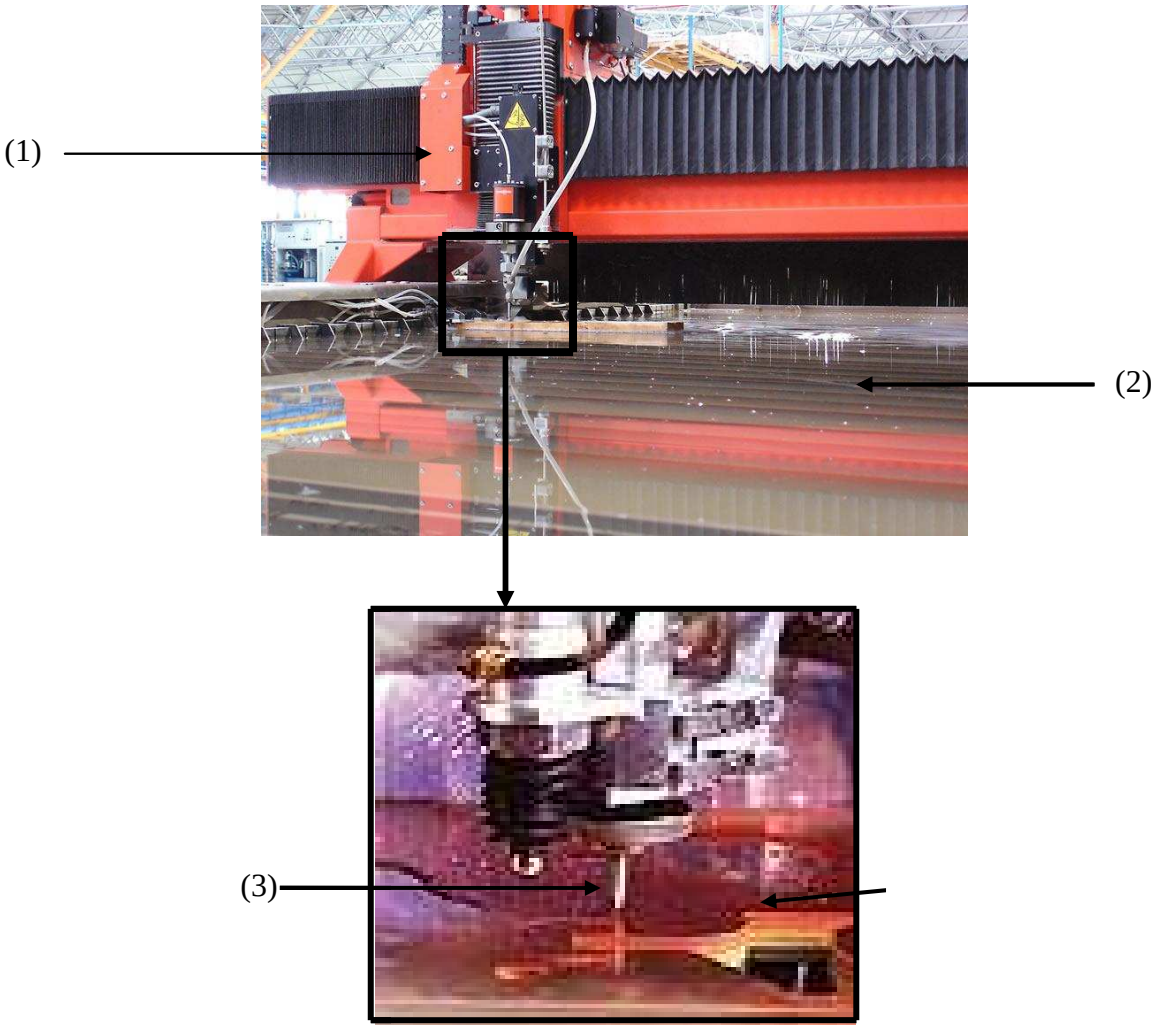


Figura. 1.4 Cortadora mediante chorro de agua .

1.4 ELEMENTOS DE MANDO Y CONTROL

1.4.1 GRAFICAS DE LOS ELEMENTOS BASICOS DE MANDO Y CONTROL

En la figura 1.5 se observan los elementos de mando básicos en lógica cableada.

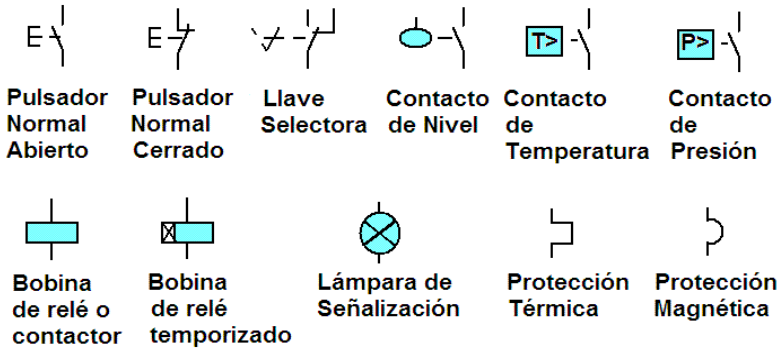


Figura 1.5 Elementos de mando y control eléctrico .

1.4.2 RELE

En la figura 1.6 se muestra un relé, este es un dispositivo electromecánico, que funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de un electroimán formado por una bobina (1) y un núcleo (2), se acciona un juego de uno o varios contactos (3) que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes, este es utilizado comúnmente para el control eléctrico de maquinaria.

Contactos

Los contactos de un relé pueden ser normalmente abiertos o normalmente cerrados (NA o NC).

- Los contactos Normalmente Abiertos conectan el circuito cuando el relé es activado, el circuito se desconecta cuando el relé está inactivo. Este tipo de contactos son ideales para aplicaciones en las que se requiere conmutar fuentes de poder de alta intensidad para dispositivos remotos.

- Los contactos Normalmente Cerrados desconectan el circuito cuando el relé es activado; el circuito se conecta cuando el relé está inactivo. Estos contactos se utilizan para aplicaciones en las que se requiere que el circuito permanezca cerrado hasta que el relé sea activado.

Ventajas del uso de relés

- La gran ventaja de los relés es la completa separación eléctrica entre la corriente de accionamiento (la que circula por la bobina del electroimán) y los circuitos controlados por los contactos, lo que hace que se puedan manejar altos voltajes o elevadas potencias con pequeñas tensiones de control.

- Posibilidad de control de un dispositivo a distancia mediante el uso de pequeñas señales de control.

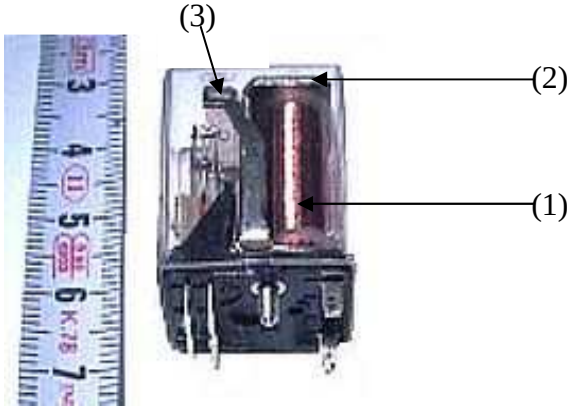


Figura 1.6 Relé [7].

1.4.3 CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE

"Los PLC (*Programmable Logic Controller* en sus siglas en inglés) son dispositivos electrónicos muy usados en Automatización Industrial" [8].

No sólo controlan la lógica de funcionamiento de máquinas, plantas y procesos industriales, sino que también pueden realizar operaciones aritméticas, manejar señales analógicas para realizar estrategias de control.

Actualmente pueden comunicarse con otros controladores y computadoras en redes de área local, y son una parte fundamental de los modernos sistemas de control distribuido.

Existen varios lenguajes de programación, tradicionalmente los más utilizados son el diagrama de escalera (Lenguaje Ladder), preferido por los eléctricos, lista de instrucciones y programación por estados, mediante simples diagramas eléctricos fáciles de interpretar.

En la programación se pueden incluir diferentes tipos de operandos, desde los más simples como contadores, temporizadores, contactos, bobinas y operadores matemáticos, hasta operaciones más complejas como manejo de tablas (recetas), apuntadores, algoritmos PID y funciones de comunicación multiprotocolos que le permitirían interconectarse con otros dispositivos.

[7] *Fuente de la figura: es.wikipedia.org*
[8] *Fuente del texto: es.wikipedia.org*

En la figura 1.7 se detallan las partes principales de un controlador lógico programable y algunos componentes que forman el tablero de control. En (1) se muestra una protección eléctrica, en (2) se ve al controlador compacto, es el cerebro del controlador donde se programa el trabajo que realizara el mismo. Se acoplan al controlador compacto los módulos de expansión (3) de entradas y salidas digitales y/o análogas, En (4) se observa la canaleta y es por donde van los cables del PLC a los diferentes actuadores, se muestran también las borneras de distribución de cables (5)

Figura 1.7 Controlador Lógico Programable [9].

1.4.4 INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO

En la figura 1.8 se observa un interruptor termomagnético, o disyuntor termomagnético, que "es un dispositivo capaz de interrumpir la corriente eléctrica de un circuito cuando ésta sobrepasa ciertos valores máximos. Su funcionamiento se basa en dos de los efectos producidos por la circulación de corriente eléctrica en un circuito: el magnético y el térmico (efecto Joule). El dispositivo consta, por tanto, de dos partes, un electroimán y una lámina bimetálica, conectadas en serie y por las que circula la corriente que va hacia la carga.

[9] *Fuente de la figura: es.wikipedia.org*

Figura 1.8 Interruptor Magnetotérmico" [10].

1.4.5 ELECTROVÁLVULAS

"Una electroválvula es un dispositivo diseñado para controlar el flujo de un fluido a través de un conducto como puede ser una tubería" [11]. Es de uso muy común en los circuitos hidráulicos y neumáticos de maquinaria e instalaciones industriales.

Tiene dos partes fundamentales: el solenoide y la válvula. El solenoide convierte energía eléctrica en energía mecánica para actuar la válvula.

Pueden ser cerradas en reposo o normalmente cerradas lo cual quiere decir que cuando falla la alimentación eléctrica quedan cerradas o bien pueden ser del tipo abiertas en reposo o normalmente abiertas que quedan abiertas cuando no hay alimentación.

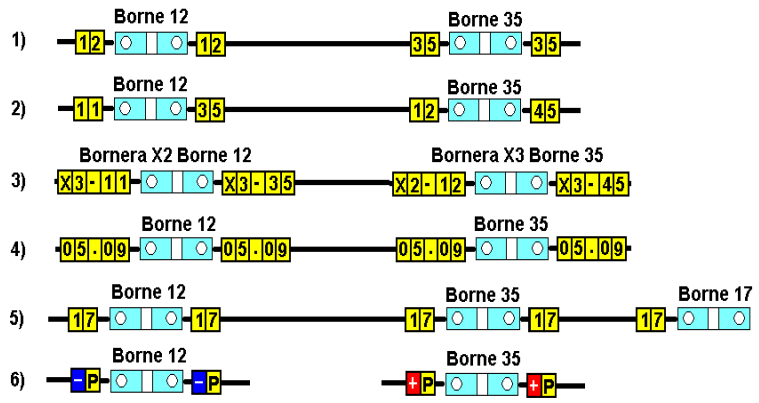
En la figura 1.9 se muestra físicamente a una electroválvula neumática.

Figura 1.9 Electroválvula neumática [12].

[10] $Fuente\ de\ texto\ y\ figura: interruptorestermomaganeticosgmei20.blogspot.com$
[11] $Fuente\ de\ texto: es.wikipedia.org$
[12] $Fuente\ de\ la\ figura: www.directindustry.es$

1.4.6 IDENTIFICACIÓN DEL CABLEADO Y BORNERAS

En la figura 1.10 se muestra la identificación de cables y borneras.



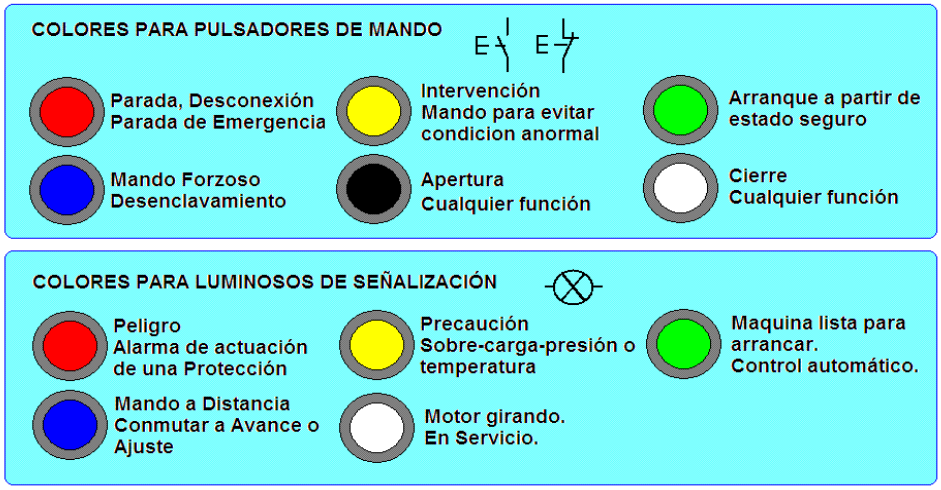
"Figura 1.10 Cableado y borneras.

Para que un circuito de lógica cableada pueda funcionar correctamente, es primordial contar previamente con el diagrama del mismo, donde se identifican todos los cables y borneras de conexión, para luego realizar el montaje y revisar el correcto cableado de todos los elementos. Para que esto último sea posible es necesario colocar identificadores o marcadores alfanuméricos en todos los cables y bornes. Existen distintas formas para realizar la identificación de los cables, teniendo cada una de ellas sus ventajas y desventajas. Básicamente se pueden identificar los cables según los números de borneras o regletas de conexión, o de acuerdo a una numeración arbitraria especificado en los planos o dibujos.

Los criterios de identificación del cableado son muchos, algunos apuntan a facilitar el montaje o trabajo del electricista que realiza el cableado, otros facilitan el trabajo del personal de mantenimiento de la instalación, otros son de acuerdo a la conveniencia del proyectista que dibujo los planos. Algunos de ellos; 1) identificar los cables con el nombre-número de la bornera o borne de conexión a donde llega el cable; 2) 3) identificar los cables con el nombre-número de la bornera o borne de conexión del extremo opuesto del cable; 4) identificar los cables con un número correlativo de 00 a 99, donde ese número está marcado en el dibujo o plano como número del cable, se puede agregar el número de hoja del dibujo donde se encuentra el cable; etc" .

1.4.7 SEÑALIZACION

Para la señalización en pulsadores de mando y lámparas o luminosos, se emplean distintos colores, ver figura 1.11.



"Figura 1.11 Colores para pulsadores de mando.

La señalización comprende la indicación de los estados de marcha, parada, falla o defectos, posición de interruptores abiertos o cerrados. Para lo cual se emplean luces con lámparas incandescentes o con LED. La lámpara energizada mediante contactos auxiliares de contactores e interruptores. En autómatas de relés de gran tamaño, la polaridad empleada para la señalización es independiente de la polaridad de mando, ya que un cortocircuito en una lámpara no debería dejar fuera de servicio el autómata" .

1.5 ELEMENTOS DE FUERZA

1.5.1 CONTACTOR

"Un contactor es un elemento conductor que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, con la posibilidad de ser accionado a distancia, tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción, su forma física se puede observar en la figura 1.12.

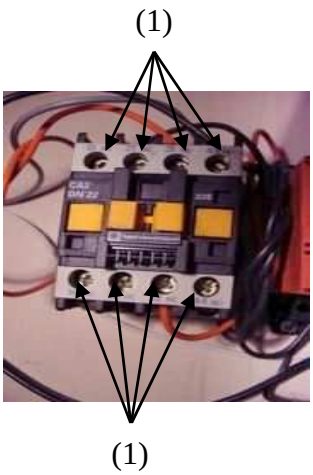


Figura 1.12 Contactor" .

En la figura 1.12 se ven los contactos (1) que pueden ser normalmente abiertos o normalmente cerrados, además posee un electroimán formado por un núcleo y una bobina que se encuentran interiormente, cuya función principal es la de abrir o cerrar contactos cuando la bobina se energiza o desenergiza.

1.5.2 GENERADOR ELECTRICO

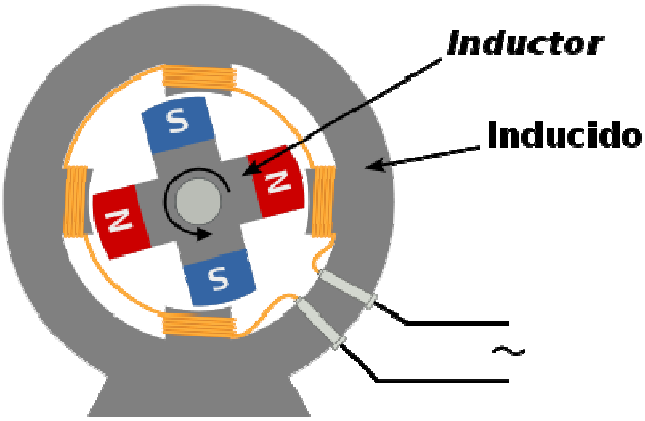


Figura 1.13 Generador Eléctrico

Nikola Tesla, un inventor serbio-americano, descubrió el principio del campo magnético rotatorio en 1882, el cual es la base de la maquinaria de corriente alterna. También descubrió el sistema de motores y generadores de corriente alterna polifásica que da energía a la sociedad moderna. El generador eléctrico rotativo de la figura 1.13 está destinado a producir fuerzas electromotrices que

sean funciones sinusoidales del tiempo. El alternador es una máquina destinada a transformar la energía mecánica en eléctrica, generando, mediante fenómenos de inducción electromagnética, una corriente alterna. Los alternadores están fundados en el principio de que, en un conductor sometido a un campo magnético variable, se crea una tensión eléctrica inducida cuya polaridad depende del sentido del campo y su valor del flujo que lo atraviesa.

1.5.3 MOTOR ELECTRICO

En la figura 1.14 se observan los componentes internos de un motor eléctrico.

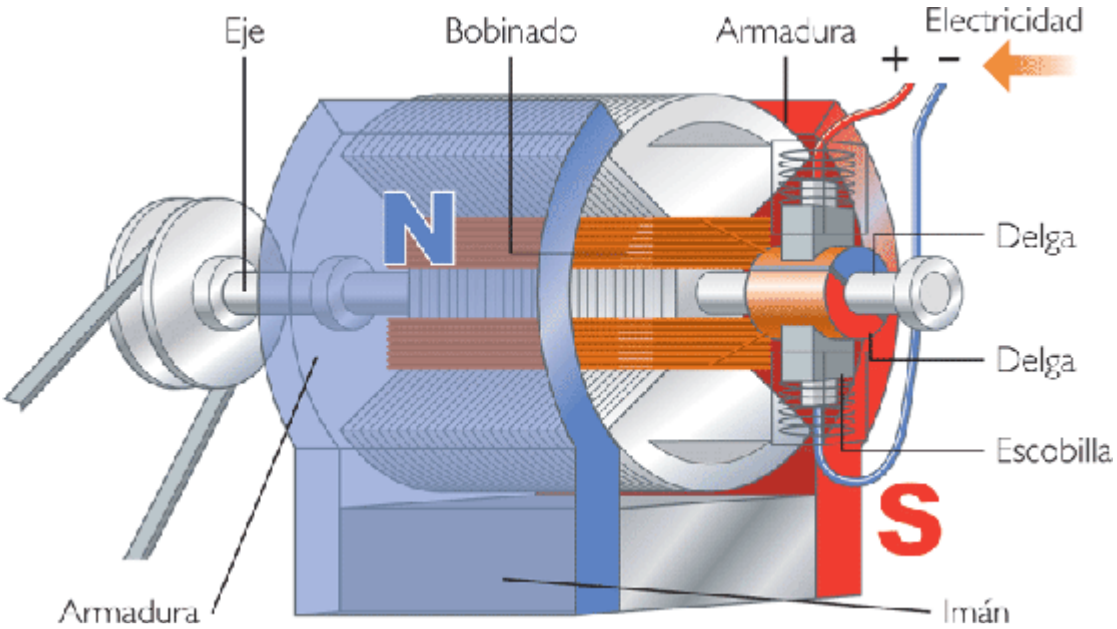


Figura 1.14 Motor Eléctrico [17].

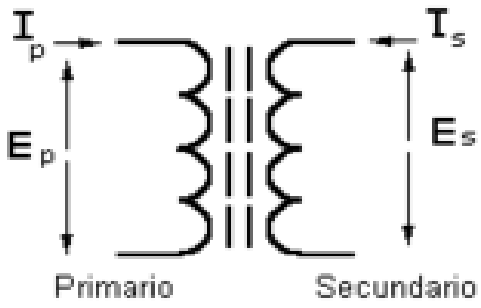
Un motor eléctrico es un dispositivo rotativo que transforma la energía eléctrica en energía mecánica o movimiento.

Los motores eléctricos son ampliamente utilizados en la industria y electrodomésticos, por su economía, limpieza, comodidad y seguridad de funcionamiento. Se fabrican desde potencias muy pequeñas hasta grandes potencias, y con velocidades fijas, ajustables o variables.

[17] *Fuente de la figura: www.kalipedia.com*

1.5.4 TRANSFORMADOR

En la figura 1.15 se muestra el diagrama de un transformador eléctrico.



"Figura 1.15 Transformador.

En la figura 1.16 se observa el esquema funcional de un transformador.

$$\frac{Ep}{Es} = \frac{Np}{Ns}$$

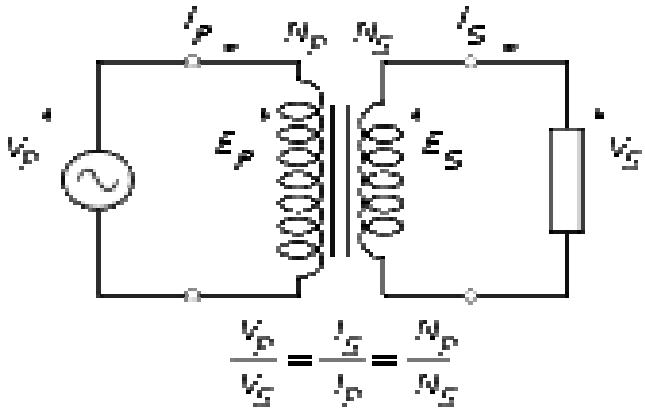


Figura 1.16 Esquema funcional de un transformador.

La razón de transformación del voltaje entre el bobinado primario y el secundario depende del número de vueltas que tenga cada uno. Si el número de vueltas del secundario es el triple del primario, en el secundario habrá el triple de tensión.

$$\frac{Np}{Ns} = \frac{Vp}{Vs}$$"

A continuación se detallan los símbolos de las figuras 1.15 y 1.16

Np=	Espiras en el primario	(número de espiras)
Vp=	Voltaje en el primario	(Voltios)
Ip=	Corriente del primario	(Amperios)
Ns=	Espiras en el secundario	(número de espiras)
Vs=	Voltaje en el secundario	(Voltios)
Is=	Corriente del secundario	(Amperios)
Ep=	Voltaje en el primario	(Voltios)
Es=	Voltaje en el secundario	(Voltios)

1.5.5 ELEMENTOS DE PROTECCIÓN ELÉCTRICA

Las instalaciones eléctricas disponen de varios elementos de seguridad para disminuir el riesgo de accidentes, como los causados por cortocircuitos, sobrecargas o contacto de personas o animales con elementos en tensión.

Un cortocircuito ocurre cuando falla un aparato o línea eléctrica por el que circula corriente, y esta pasa directamente: Del conductor activo o fase al neutro o tierra, entre dos fases en el caso de sistemas polifásicos en corriente alterna, entre polos opuestos en el caso de corriente continua.

En la figura 1.17 se muestra un fusible que es un dispositivo constituido por un filamento o lámina de un metal o aleación de bajo punto de fusión, que se intercala en un punto determinado de una instalación eléctrica para que se funda, por efecto Joule, cuando la intensidad de corriente supere, por un cortocircuito o por un exceso de carga, un determinado valor que pudiera hacer peligrar la integridad de los conductores de la instalación con el consiguiente riesgo de incendio o destrucción de otros elementos.

Figura 1.17 Fusible industrial [19].

[19] *Fuente de la figura : es.wikipedia.org*

Los fusibles pueden clasificarse empleando diversas características constructivas u operativas, existiendo numerosos antecedentes con distintos criterios. Para el presente estudio se dividirán en base a su propiedad de ser reutilizables. Por ello se clasifican en "descartables", "renovables" e "inteligentes".

CAPITULO II

CONOCIMIENTO DE LA MÁQUINA

2.1 INTRODUCCIÓN

La cortadora de latón para forja es una máquina que puede funcionar automáticamente o manualmente, consta de algunos sistemas que se detallaran en este capítulo.

Tiene una secuencia de trabajo que da como resultado seguridad, ahorro de tiempo y dinero.

Es construida en acero por lo que su carcasa hasta la actualidad permanece en buenas condiciones, las dimensiones para anclaje de la máquina se detallan en el ANEXO A.

Está compuesta de dos motores que funcionan a 220 voltios a una frecuencia de 60 HZ. El motor principal (MO) de corte es de 5 HP tiene acoplado al eje una cierra circular con la que realiza el corte, y el secundario o motor arrastra barras (MOR) de 2 HP, es el que lleva por arrastre al material desde la mesa carga barras hasta el sistema de corte.

El tablero de control (6) permite realizar el trabajo en forma manual o automática, su contador es analógico y se puede seleccionar el número de piezas que va a cortar para luego detenerse.

Las barras de corte se asientan inicialmente en la mesa carga barras(1) para individualmente pasar al cargador alimentador de barras (2), luego mecánicamente por el motor secundario es ubicada en el sistema medidor de barras (3), después pasa al sistema alimentador (4) por medio de un pistón neumático, y finalmente va al sistema de corte (5).

Se inicia la presentación con una fotografía de la máquina cortadora de latón para forja.

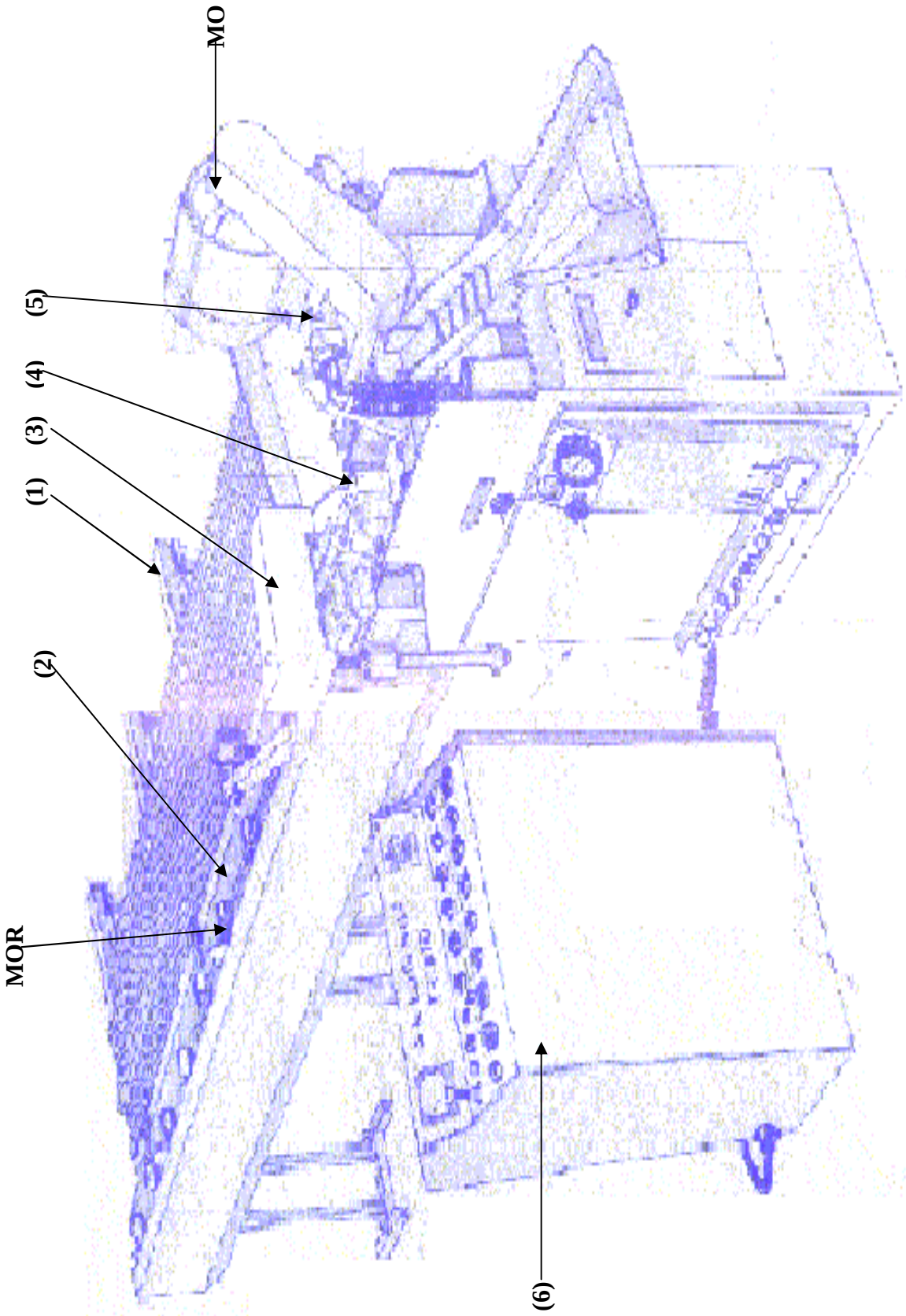


Figura 2.1 Máquina cortadora automática de latón para forja [1].

[1] *Fuente de la figura: Manual de máquina cortadora de latón para forja*

2.2 COMPONENTES DE LA MÁQUINA

A continuación se describen las partes de la máquina cortadora de latón para forja, se inicia presentando la mesa carga barras, es donde se inicia la secuencia de corte.

La descripción eléctrica de los fines de carrera, la simbología y la posición de los contactos se describen en el ANEXO B.

2.2.1 SISTEMA MESA CARGA BARRAS

En el proceso se empieza por colocar material en la mesa carga barras de la figura 2.2, aproximadamente unas veinte barras, es la parte de la máquina que más peso soporta, de aquí en adelante van pasando los lingotes uno a uno a los siguientes sistemas, hasta terminar siendo cortadas a la misma medida cada trozo.

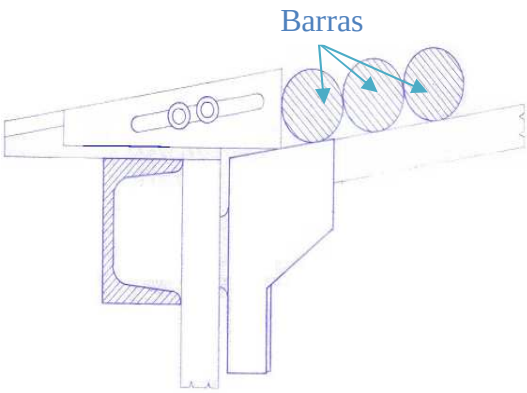


Figura 2.2 Sistema Mesa Carga Barras

2.2.1.1 Funcionamiento del Sistema Carga Barras

En la figura 2.3 se observa la parte del vagón de plataforma donde se encuentra ubicado el fin de carrera FC11, que se acciona por el peso del material a cortar.

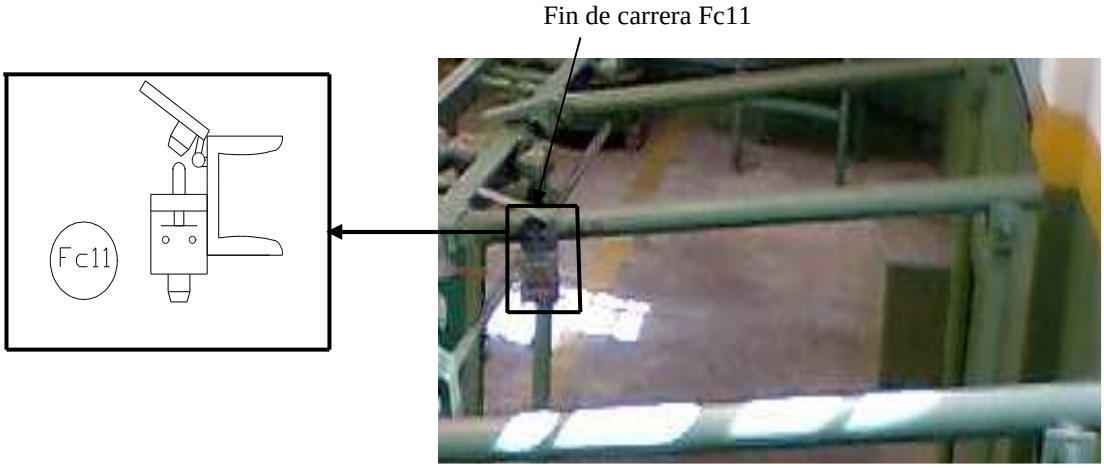
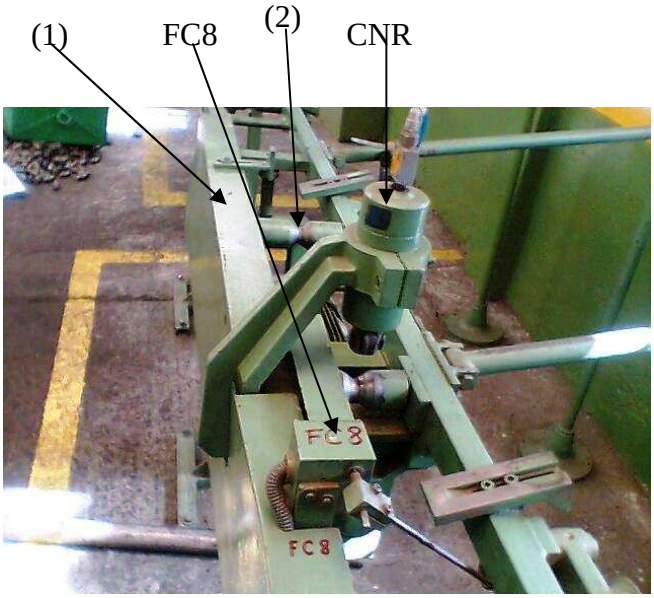


Figura 2.3 Fin de carrera de la mesa carga barras.

Al colocar las barras en la mesa carga barras, este fin de carrera se acciona y cierra un circuito eléctrico el cual permite que la secuencia en modo manual o automático de la cortadora empiece, esto quiere decir que al girar la llave a la posición de automático y oprimir el pulsador de marcha en el tablero de control, el motor principal de corte entra en funcionamiento y energiza la bobina de la electroválvula del cilindro neumático “asta de cargamento” EvAs que eleva el “asta” y coloca la barra en la siguiente fase del proceso que es el cargador alimentador de barras.

2.2.2 SISTEMA CARGADOR ALIMENTADOR DE BARRAS

En la figura 2.4 se detallan las partes del sistema cargador alimentador de barras, se indica en (1) la carcasa, FC8 es el fin de carrera que acciona al motor arrastra barras MOR y al cilindro neumático CNR, para que por medio de estos pase el material o barra (4) al siguiente sistema.



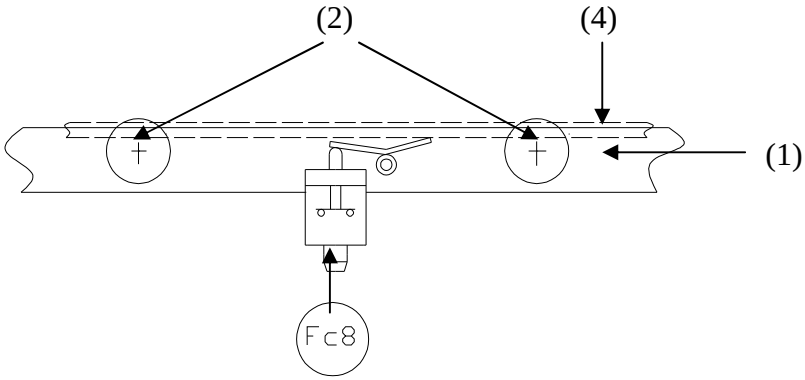


Figura 2.4 Sistema cargador alimentador de barras

2.2.2.1 Funcionamiento del Sistema Cargador Alimentador de Barras.

Cuando la barra cae en el cargador alimentador, se acciona el fin de carrera Fc8, que energiza al motor alimentador MOR y a la bobina de la electroválvula EvR que acciona al cilindro neumático “sujeción de rollos o barras” “CNR”, este tiene una polea al final del eje y presiona al material a cortar contra otra polea conectada al motor alimentador mediante un sistema de transmisión de movimiento por cadena, al mismo tiempo se acciona el “cilindro neumático medidor” de la figura 2.7, que realiza presión entre la rueda dentada el material a cortar y las poleas del cargador alimentador, colocándolo por arrastre del motor MOR, en el sistema medidor de barras.

En la parte posterior del cargador alimentador de barras se encuentran los fines de carrera Fc7a y Fc7b (ver figura 2.5), el Fc7b se desactiva con el asta de cargamento al colocar material en el cargador, este conjuntamente con el fin de carrera Fc8, energizan la bobina de la electroválvula EvS del cilindro “separador”, que aparta el primer trozo cortado del resto de cortes de cada barra (Ver figura 2.6).

El fin de carrera Fc7a, es accionado en el último corte de cada barra con el asta de cargamento, y es una condición de funcionamiento para las mordazas de sujeción, alimentación, conteo de piezas y corte.

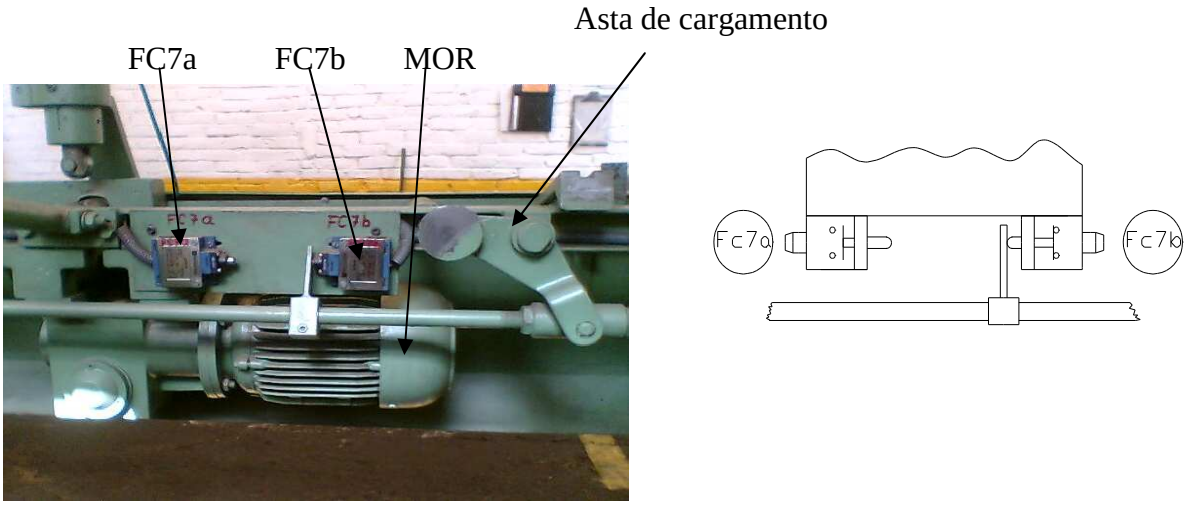
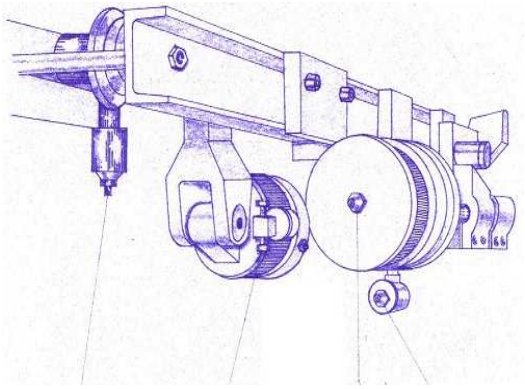


Figura 2.5 Fines de carrera ubicados en la parte posterior del sistema cargador alimentador de barras.

Figura 2.6 Separador de barras

En la carcasa posterior también se encuentran anclados los cilindros neumáticos del asta de cargamento y medidor, el motor secundario o arrastra barras MOR como se puede observar en la figura 2.7.



Cilindro neumático medidor Motor MOR Cilindro neumático asta de cargamento

Figura 2.7 Estructura del sistema cargador alimentador de barras [2] .

2.2.3 SISTEMA MEDIDOR DE BARRAS

Al pasar el material de la mesa carga barras al cargador alimentador, avanza hacia el sistema medidor donde el extremo inicial hace contacto con la rueda dentada para girar conforme avanza la barra, hasta completar una vuelta y accionar un fin de carrera que activa al cilindro neumático que sujeta y mantienen fija a la barra, verticalmente, para luego activarse el cilindro hidroneumático y realizar el primer corte.

En la figura 2.8 se observan las partes principales que conforman el sistema de medición.

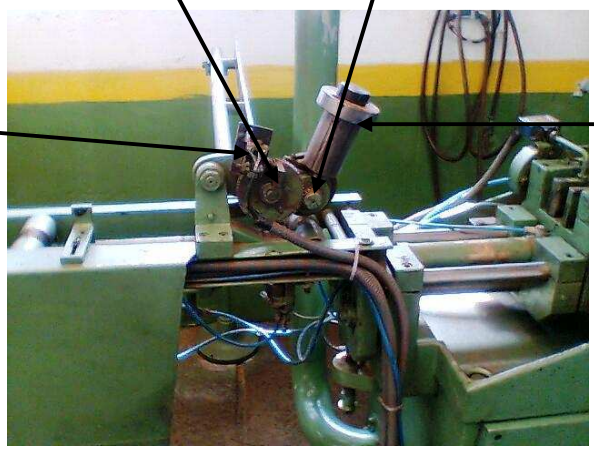


Figura 2.8 Sistema medidor de barras.

[2] *Fuente de la figura: Manual de máquina cortadora de latón para forja*

2.2.3.1 Funcionamiento del Sistema Medidor de Barras.

Al ubicarse la barra en el cargador alimentador, se accionan simultáneamente por una misma electroválvula los cilindros neumáticos de “sujeción de rollos” y “medidor”, como se explicó en el sistema cargador alimentador, el primer cilindro presiona a la barra contra una polea que está en movimiento por conexión con el motor MOR, arrastrándola hasta los otros sistemas, pero el segundo cilindro medidor presiona a la rueda dentada contra la barra para luego girar simultáneamente con la rueda de medición conforme va avanzando el lingote. La rueda de medición está conectada mecánicamente con la rueda dentada, la función de esta es activar al fin de carrera FC9 por medio de un tope, para que se detenga el avance de la barra luego se sujete con las “mordazas de sujeción” y se realice el primer corte, ver figura 2.9.

El FC9 desactiva la bobina de la electroválvula EvR del cilindro neumático “sujeción de rollos”, activa a la electroválvula del cilindro neumático “mordaza de sujeción” EVM y “mordaza alimentación” EvMo, se cierran las mordazas y activa a la electroválvula EVT que da inicio al primer corte.

En esta parte se encuentra un tornillo de regulación el que determina el largo del primer trozo cortado, al ajustar este tornillo el primer trozo de barra cortada disminuirá su longitud, o viceversa.

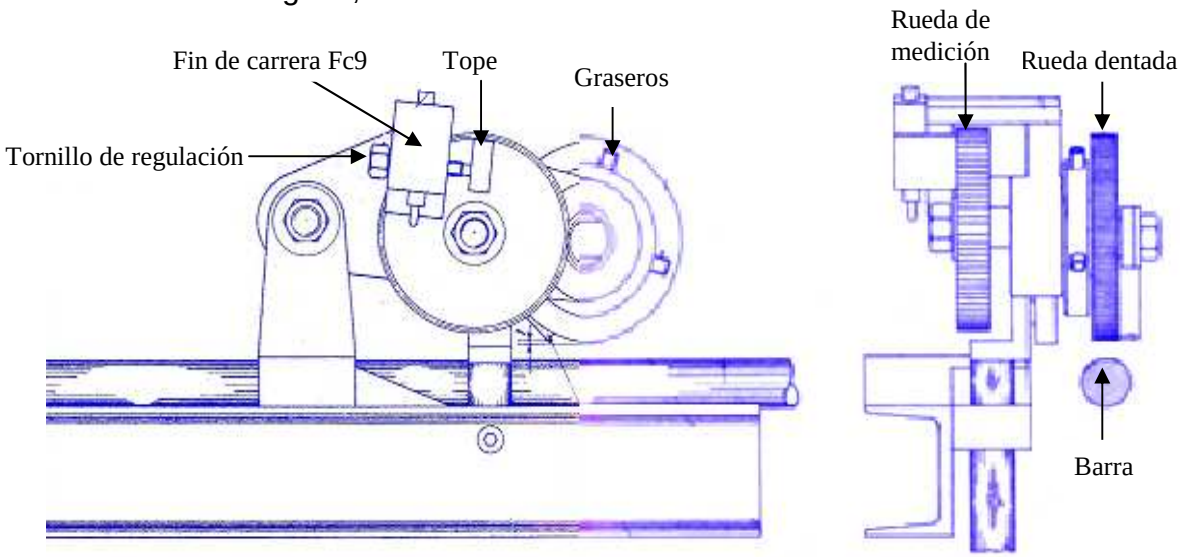


Figura 2.9 Elementos del sistema medidor de barras vista lateral y frontal [3].

[3] *Fuente de la figura: Manual de máquina cortadora de latón para forja*

2.2.4 SISTEMA ALIMENTADOR DE BARRA

Cuando la barra ingresa en este sistema es sujetada transversal y verticalmente por los cilindros neumáticos se sujeción y alimentación, para realizar el primer corte de cada barra, desde el segundo corte hasta terminar la barra funciona de la siguiente forma: Un cilindro se acciona para sujetar transversalmente el material mientras que otro cilindro avanza alimentando de material al sistema de corte, una vez que ingresa al sistema de corte se acciona un cilindro que sujeta verticalmente a la barra para realizar el corte de manera segura, luego el cilindro de alimentación deja de sujetar la barra y el cilindro de avance regresa a su posición original para cerrarse nuevamente las mordazas de alimentación, abrirse las mordazas de sujeción y repetir el proceso, a continuación se detalla el funcionamiento.

En la figura 2.10 se muestran las partes principales del sistema alimentador de barras.

Figura 2.10 Sistema alimentador de barras.

2.2.4.1 Funcionamiento del Sistema Alimentador de Barra

Al terminar el corte del primer trozo de barra, el cilindro hidroneumático acciona al fin de carrera Fc4 (ver figura 2.16), desactiva a la electroválvula del cilindro neumático EvMo que abre las mordazas de alimentación, desactiva la EvA que regresa al sistema alimentador a su posición inicial y activa al fin de carrera Fc5 que abre las mordazas de sujeción, cierra las mordazas de alimentación y

desactiva la EvT para que regrese el cilindro hidroneumático a su posición inicial y active al fin de carrera Fc1 que des energiza a la EvM para que se abran las mordazas de sujeción y energiza a la bobina de EvA haciendo que el sistema nuevamente avance hasta que se detenga por la acción del fin de carrera Fc2 que al mismo tiempo hace que las mordazas de sujeción se cierren manteniendo a la barra fija tanto horizontal como verticalmente, y se produzca nuevamente un corte, ver figura 2.11.

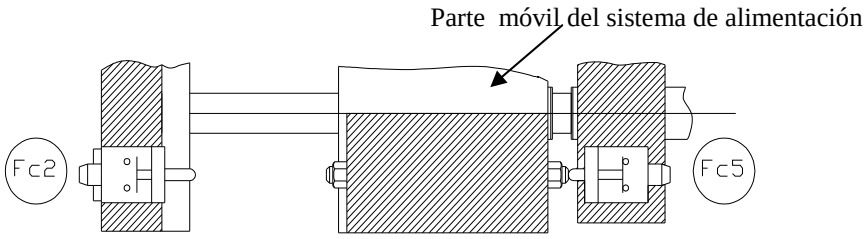


Figura 2.11 Fines de carrera del sistema de alimentación

En el último trozo de cada barra a cortar, el cilindro neumático de las mordazas de sujeción del sistema de alimentación, al no tener presencia de material hace que se desactive al fin de carrera Fc6 (ver figura 2.12) para que se repita nuevamente la secuencia total de corte.

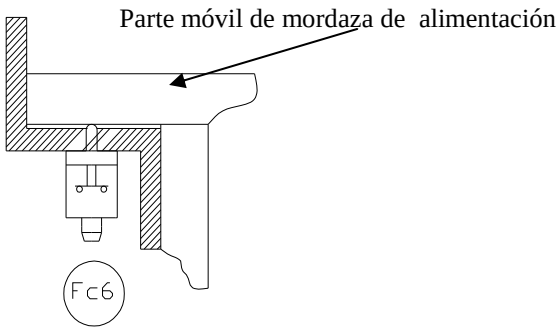


Figura 2.12 Fin de carrera Fc6 de la mordaza de alimentación.

El fin de carrera Fc6 se acciona en el primer corte de cada barra y permanece accionado hasta que las mordazas de alimentación no tengan material esto ocurre cuando se termina la barra, su función es detener el sistema de alimentación, corte y accionar el EvAs para que el “asta de cargamento” coloque otra barra desde el sistema cargador hasta el cargador alimentador de barra.

El fin de carrera Fc3 ubicado en la mordaza de sujeción, se acciona en la apertura de la mordaza (ver figura 2.13). Esta fija a la barra verticalmente, mientras que la mordaza de alimentación fija horizontalmente a la barra, dando seguridad y precisión en el momento de corte. El Fc3 es una condición de funcionamiento del sistema de corte de alimentación y mordazas de alimentación.

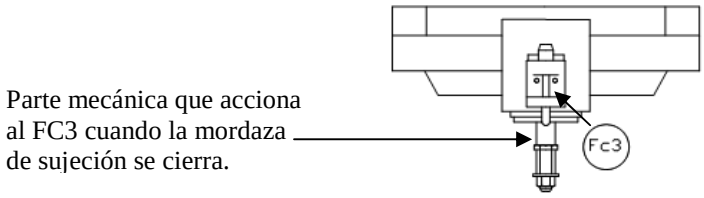


Figura 2.13 Fin de carrera mordaza de sujeción

El sistema de alimentación de barra tiene una válvula reguladora de flujo de aire T1 (ver figura 2.14), que al girarla en sentido horario hace que la presión con que sujetan las mordazas de sujeción al material aumente, y si giramos la válvula en sentido anti horario disminuye la presión en las mordazas de alimentación.

En la figura 2.14 se encuentra el tornillo regulador de longitud de barras a cortar T2 , que al ajustarlo, el tope ubicado en el cilindro alimentador recorrerá hacia adelante haciendo que el avance de alimentación sea menor y por consiguiente la longitud de cada barra cortada disminuya, y sucederá lo contrario si aflojamos el tornillo de regulación.

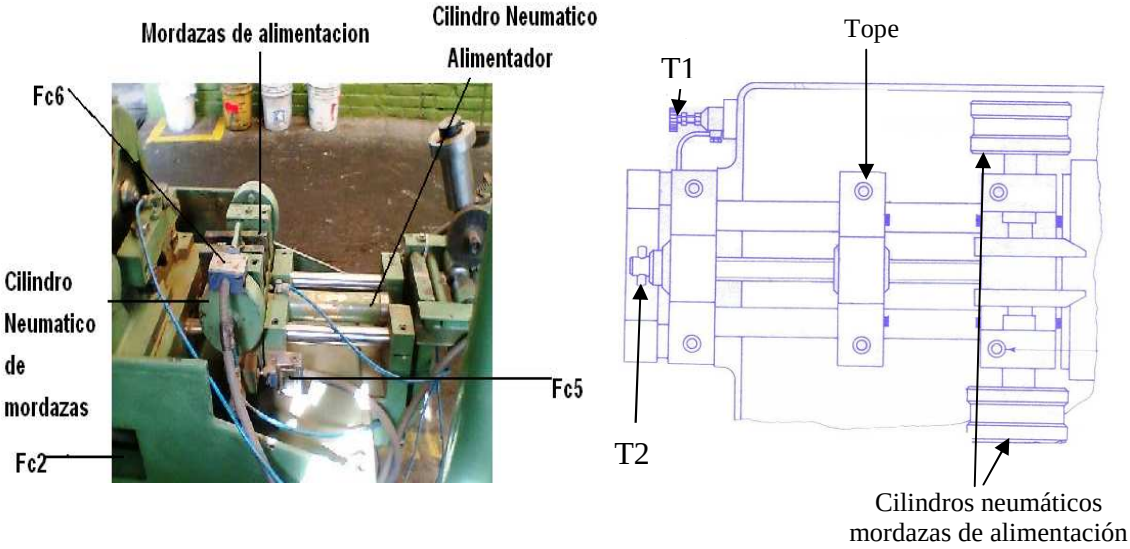


Figura 2.14 Sistema alimentador de barra.

2.2.5 SISTEMA DE CORTE

Es el sistema más importante de la máquina, el elemento principal es el disco de corte que es una sierra circular ubicada en el cabezal de corte acoplado al motor, ver figura 2.15. Aquí se realizan en forma automática los cortes constantes hasta que termina la barra.

En el ANEXO C se puede observar la composición mecánica del sistema de corte.

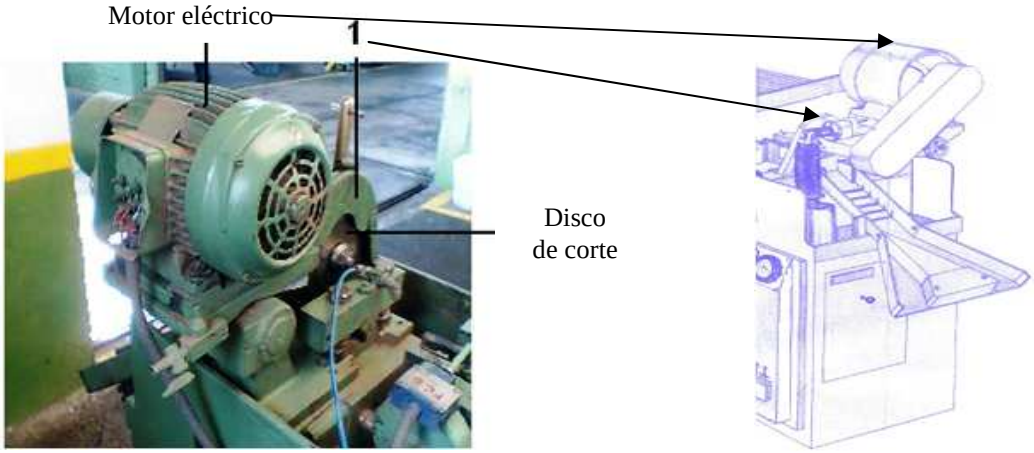


Figura 2.15 Sistema de corte

2.2.5.1 Funcionamiento del Sistema de Corte

Antes de iniciar el proceso de corte, la bobina de la electroválvula mordaza de sujeción EvM es energizada por el fin de carrera Fc9 de la figura 2.9 y acciona al cilindro neumático de las mordazas de sujeción, es el que permite que la barra se mantenga fija en el momento de corte y las medidas de cada trozo cortado no varíen.

Los fines de carrera Fc1 y Fc4 están ubicados en la unidad hidroneumática de la figura 2.16.

El fin de carrera Fc9 ubicado en el sistema medidor de barra de la figura 2.9, también energiza la bobina de la electroválvula del cilindro hidroneumático de “corte” EvT , al regresar otra vez a su posición inicial pulsa al fin de carrera Fc1 ubicado en la parte superior de la unidad hidroneumática, se da la orden para que el proceso en el sistema alimentador de barra empiece.

El fin de carrera Fc4 está ubicado en la parte inferior de la unidad hidroneumática, es accionado al terminar el corte, desactiva al pistón neumático asta de cargamento colocándose este en su posición inicial.

En la unidad hidroneumática se encuentra una válvula reguladora de flujo de aceite, sirve para regular la velocidad de corte.

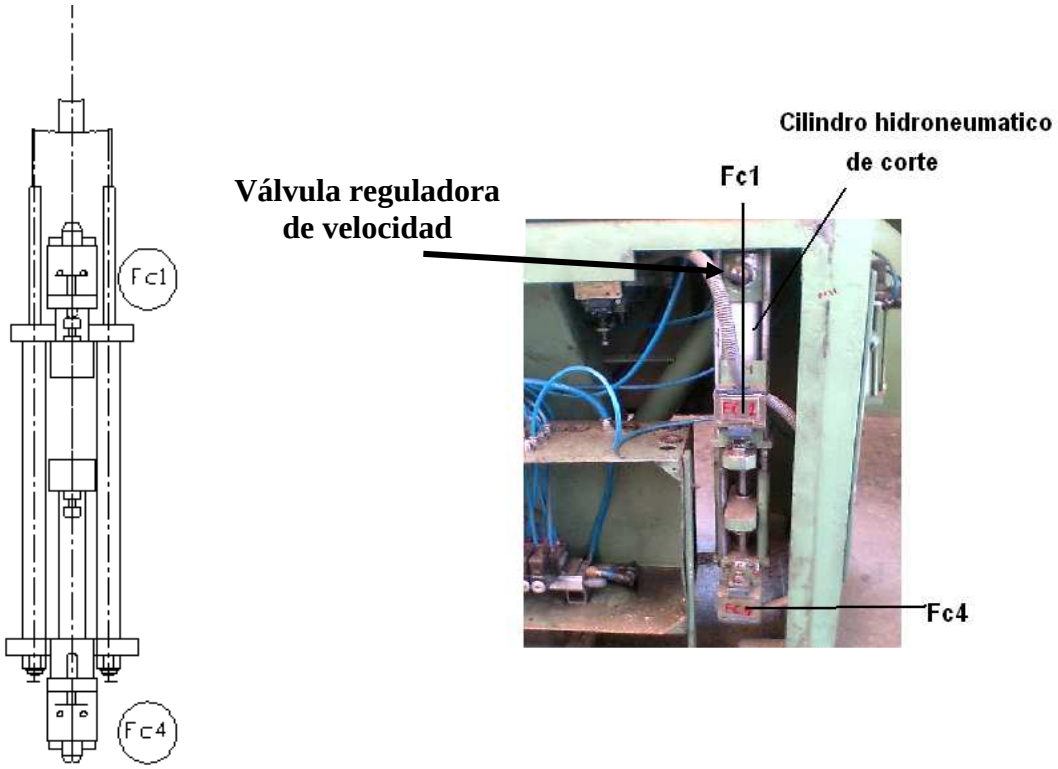


Figura 2.16 Cilindro hidroneumático de corte y fines de carrera.

En el cilindro reservorio compensador de la figura 2.17 se encuentra el aceite del pistón hidroneumático, este cilindro hace que el corte sea de manera constante y suave, también se lo puede observar en el ANEXO D.

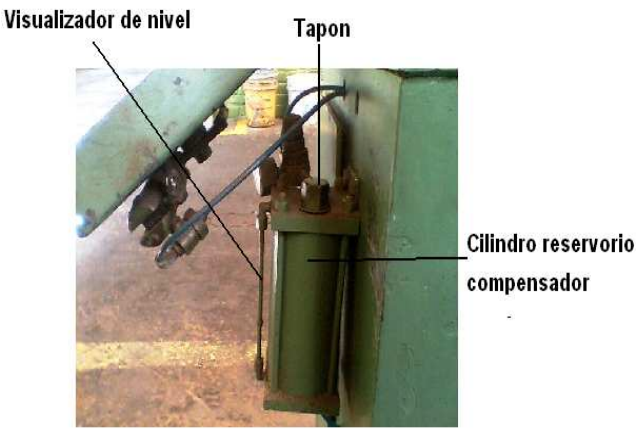


Figura 2.17: Cilindro reservorio compensador

Es necesario mantener de aceite hidráulico hasta el nivel indicado en el cilindro compensador del pistón hidroneumático realizando una revisión semanal por el operador, de lo contrario pueden realizarse cortes bruscos hasta romperse la sierra circular de corte.

2.2.6 ALIMENTACION DE AIRE

La presión de servicio es la suministrada por el compresor de tornillo, depende de la presión de trabajo, que es la necesaria para el accionamiento de los elementos de control. En este proyecto se requiere de 600 kPa (6 bar) como presión de trabajo, por lo que se utiliza el compresor existente en la fábrica que satisface estas necesidades.

2.2.7 UNIDAD DE MANTENIMIENTO

Se detalla el funcionamiento de la unidad de mantenimiento neumática considerando que es una de las partes más importantes de una máquina porque elimina la humedad, purifica y filtra el aire de un sistema, además tiene un cierto contenido de aceite lubricante para proteger a las válvulas y actuadores por los que circula, de no ser así el tiempo de vida útil sería muy corto por los daños que producen partículas, agua y la mala lubricación.

En la unidad de mantenimiento se encuentra el manómetro 51 en el que se observa y regula la presión de trabajo por medio de la llave 56. También se

encuentra el reservorio 57 de aceite lubricador, el paso de este aceite es regulado por el tornillo regulador de paso de flujo 53. Por medio de la manguera transmisora de flujo 52 visualmente se puede regular el paso de aceite conforme se gira el tornillo 53.

El reservorio restante es en el que se depositan impurezas dañinas para los equipos neumáticos principalmente el agua, y consta de una válvula de desfogue 55 que al presionar manualmente hacia arriba, el agua es drenada. La unidad tiene finalmente una llave de paso de flujo (ver figura 2.18).

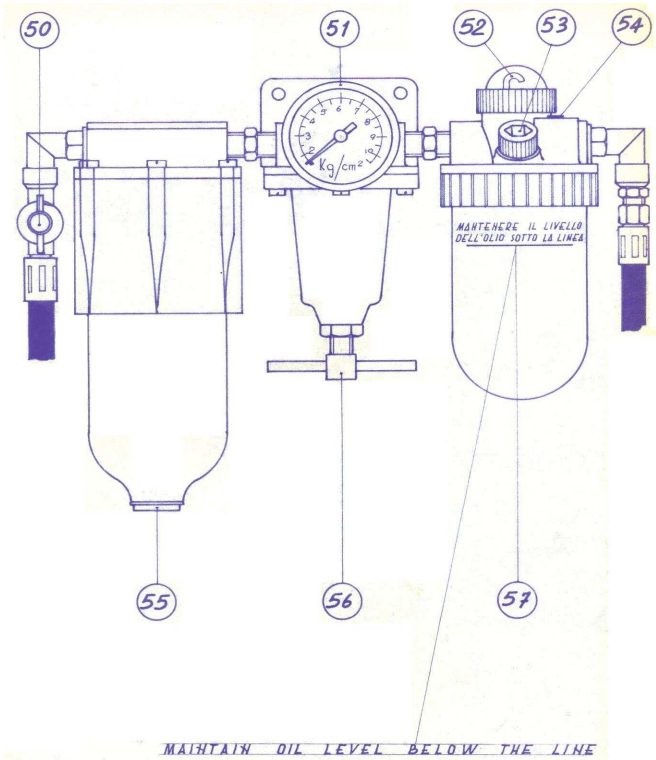


Figura 2.18 Unidad de mantenimiento neumático [4].

2.2.8 ELECTROVÁLVULAS Y CILINDROS NEUMÁTICOS E HIDRONEUMÁTICO

2.2.8.1 Electroválvulas

Una electroválvula es un dispositivo diseñado para controlar el flujo de un fluido a través de un conducto como puede ser una tubería.

[4] *Fuente de la figura: Manual de máquina cortadora de latón para forja*

Las electroválvulas de la cortadora de latón se encuentran ubicadas en la parte inferior del cabezal de corte a lado del cilindro hidroneumático. Están ubicadas en el mismo orden tanto en el plano de control eléctrico como en la máquina.

A continuación se observa en la figura 2.19 el tablero de control neumático con la secuencia de las electroválvulas, se encuentra ubicado en la parte inferior del sistema de corte.

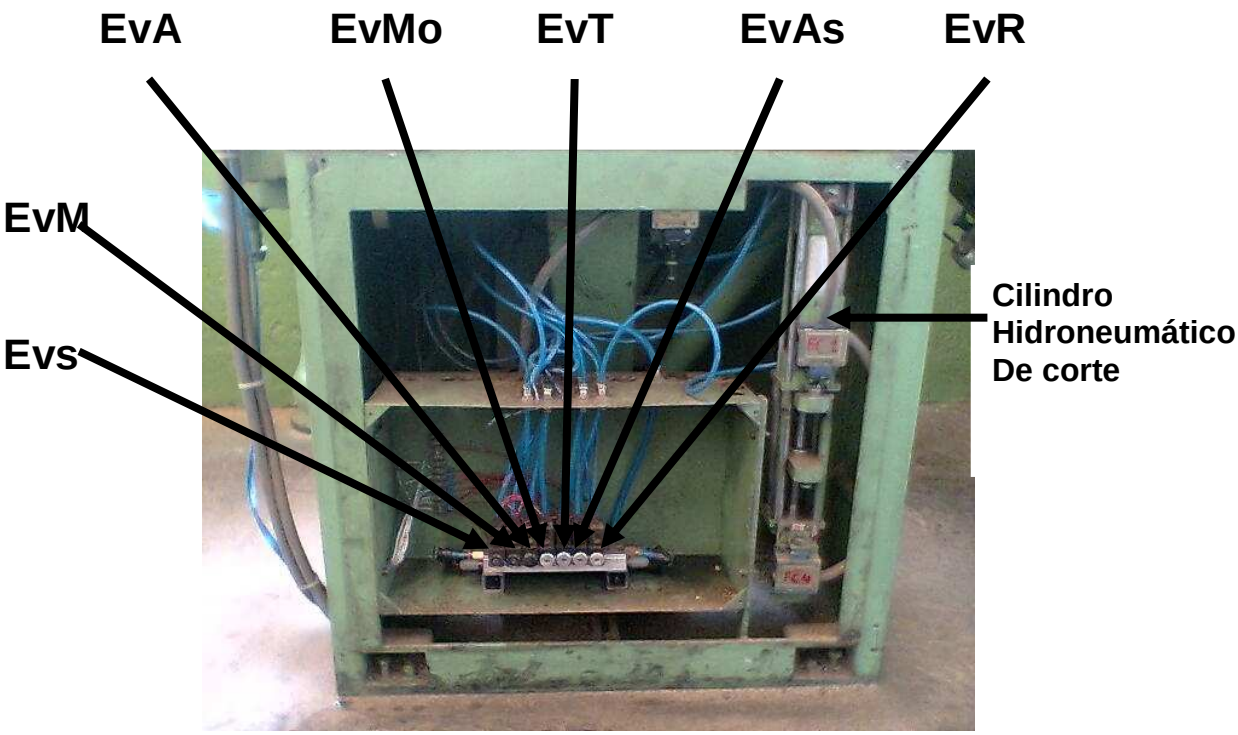


Figura 2.19 Tablero Neumático

Símbolo	**Descripción**
EvS:	Electroválvula de cilindro neumático Separador.
EvMo:	Electroválvula de cilindro neumático mordaza de alimentación.
EvA:	Electroválvula de cilindro neumático Alimentador.
EvM:	Electroválvula de cilindro neumático mordaza de sujeción.
EvT:	Electroválvula de cilindro hidroneumático de corte.
EvAs:	Electroválvula de cilindro neumático asta de cargamento.
EvR:	Electroválvula de cilindro neumático sujeción de rollos.

2.2.8.2 Cilindros Neumáticos e Hidroneumático

En la figura 2.20 se presentan los cilindros neumáticos e hidroneumático de la máquina cortadora de latón para forja.

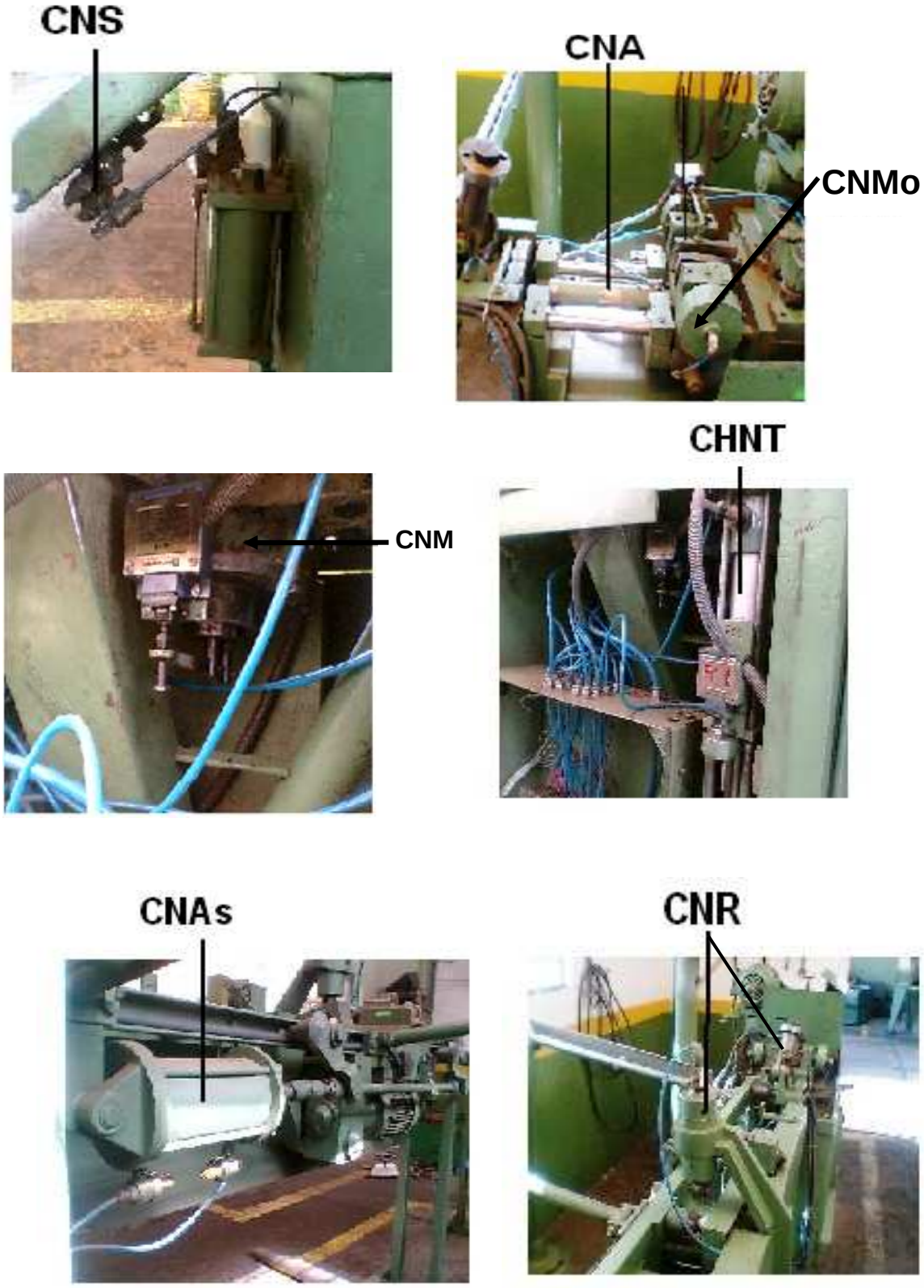


Figura 2.20 Cilindros neumáticos e hidroneumático.

En la siguiente parte se detalla la simbología y la descripción de los elementos que se encuentran en la figura 2.20.

Símbolo	**Descripción**
CNS:	Cilindro neumático Separador
CNM:	Cilindro neumático mordaza de sujeción
CNA:	Cilindro neumático Alimentador
CNMo:	Cilindro neumático mordaza alimentación
CHNT:	Cilindro hidroneumático de corte
CNs:	Cilindro neumático asta de cargamento
CNR:	Cilindro neumático sujeción de rollos y medidor

2.2.9 PANEL DE CONTROL

En la figura 2.21 se observan los dispositivos de control como son:

(22)	Paro de emergencia
(23)(24)(25)	Lámparas indicadoras
(22)	Paro de Emergencia
(A)	Cubierta de los elementos de control
(32)	Selector Manual-Automático
(C)	Contador de piezas
(31)	Pulsador de Marcha
(26)(27)(28)(29)(34) (35)(36)(37)(38a)(38b) (41a)(41b)	Pulsadores de control manual

El contador (C) de la figura 2.21, cuenta con exactitud el número de piezas cortadas ya que depende directamente del cilindro hidroneumático de corte en él se encuentra el fin de carrera Fc4, que en cada corte acciona al contador.

Es un contador análogo regulable que regula la cantidad de piezas a cortar, también se detiene la máquina cuando a cortado el número de piezas programado en el contador, si se quiere seguir cortando es necesario resetear al contador y poner nuevamente en marcha a la máquina.

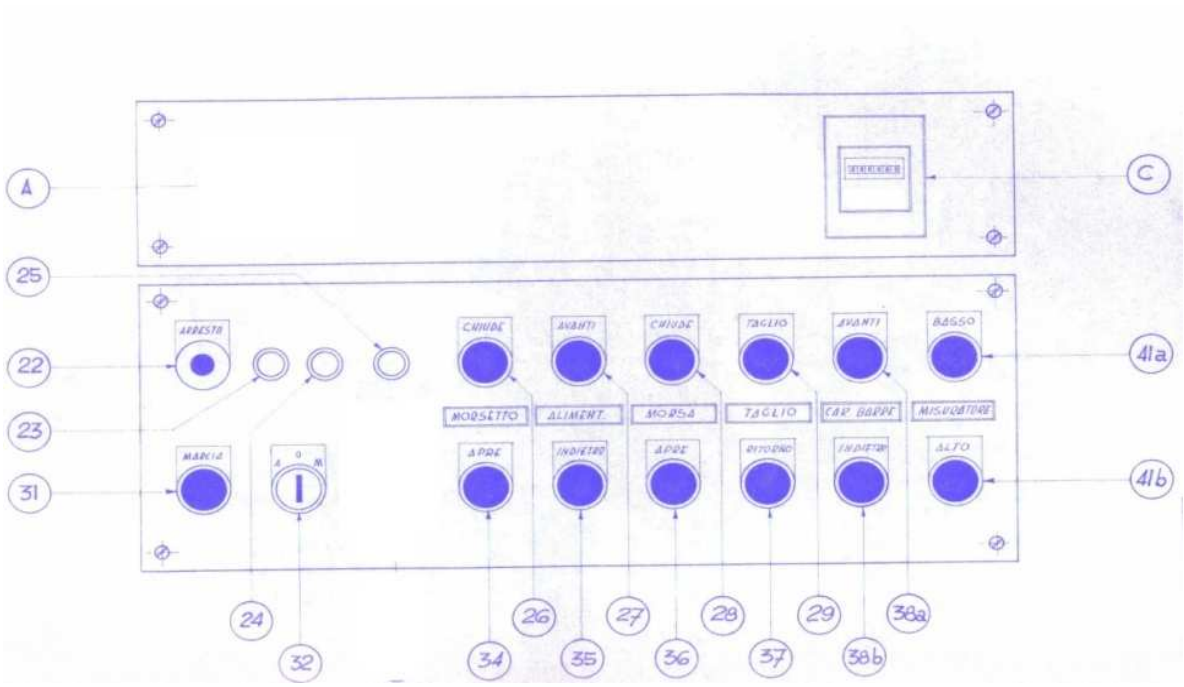


Figura 2.21 Tablero original de control eléctrico [5] *.*

[5] *Fuente de la figura: Manual de máquina cortadora de latón para forja.*

CAPITULO III

AUTOMATIZACIÓN

3.1 INTRODUCCIÓN

La automatización es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos.

Se analiza el proceso de funcionamiento de la máquina cortadora de latón para forja, el mismo que es realizado de forma manual y sin las debidas protecciones de seguridad. Se opta por incorporar un sistema automático el mismo que será controlado por un PLC (Controlador Lógico Programable) para que permita ser competitiva con otras máquinas de gran tecnología.

El funcionamiento desde hace algunos años no ha sido el original debido a daños en el sistema de control eléctrico, por lo que ha sido necesario hacerla trabajar con dos o tres operadores, simultáneamente.

El tiempo de corte por barra no es óptimo, el primer corte que realiza tiene diferencias de medidas, el contador de piezas cortadas se encuentra dañado, el sistema automático en si está deshabilitado.

Algunos elementos y materiales son reemplazados por el controlador lógico programable como son contactores, relés, contactos eléctricos, bobinas de control, electroválvulas, microswich´s que por el tiempo y uso de los mismos presentan deterioro y malfuncionamiento.

Para la automatización de la máquina cortadora de latón para forja es necesario tener una amplia visión y saber en qué puede ayudar esto a la empresa, por ejemplo: Se reducirán tiempos de trabajo que va a dar el operador a esa máquina, se disminuirán las posibilidades de adquirir daños físicos en el operador por esfuerzos al manipular las barras de bronce a ser cortadas, se reducirán tiempos de parada por mantenimiento, simplificará el

trabajo y dará un proceso más rápido y eficiente, al darse una mayor eficiencia en el sector de maquinaria, se logrará que la empresa disminuya la producción de piezas defectuosas, por lo tanto aumente una mayor calidad en los productos que se logran mediante la exactitud de las maquinas automatizadas, todo esto ayudará a que la empresa mediante la utilización de inversiones tecnológicas aumente toda su competitividad en un porcentaje considerable con respecto a toda su competencia.

3.2 TABLERO DE CONTROL ELECTRICO

Se encuentra ubicado cerca de la máquina y en éste se encuentran todos los elementos de control y maniobra, de tal forma que la máquina opere de acuerdo a los requerimientos de producción de la fábrica.

El tablero de control es la parte más importante de una máquina automática, es el cerebro que controla el proceso, el tablero original tiene graves daños en los elementos de control por su uso mismo, lo que da como resultado un control incompleto de la máquina e inhabilita el sistema automático, se elige por construir un tablero que controle a todos los elementos de la máquina sin alterar su funcionamiento original. En la figura 3.1, se muestra los elementos internos del tablero de control eléctrico.

Figura 3.1 Elementos internos del tablero de control eléctrico.

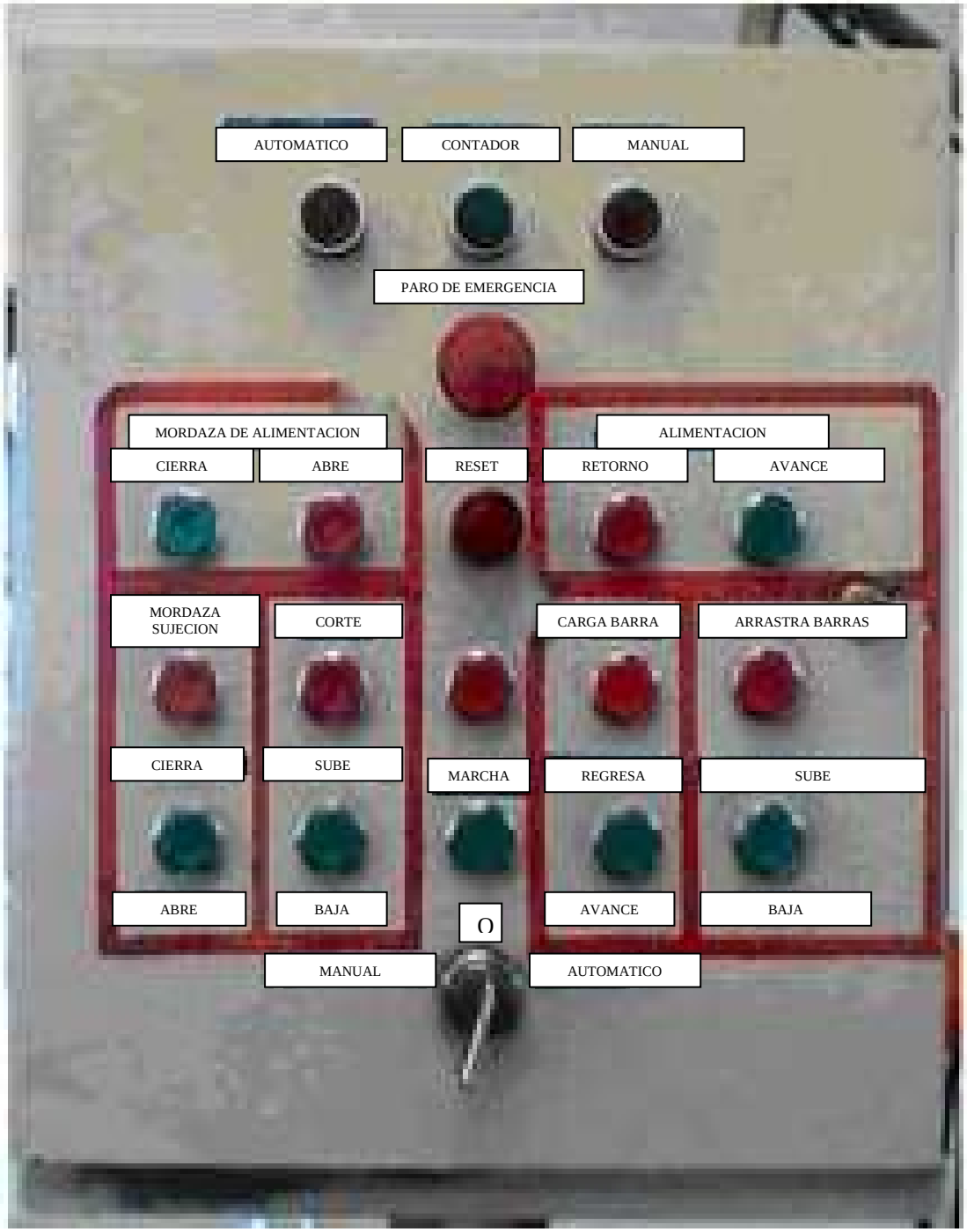


Figura 3.2 Tablero de Fuerza y Control Eléctrico.

En la figura 3.2 se observa a la parte externa del tablero de control y sus elementos eléctricos.

3.2.1 CONTROLADOR COMPACTO PROGRAMABLE TWIDO.

La figura 3.3 se muestra los componentes de un controlador compacto, representa un controlador compacto TWDLCAA24DRF de 24 entradas/salidas utilizado en la automatización.

Los modos de funcionamiento del controlador se observan en el ANEXO E.

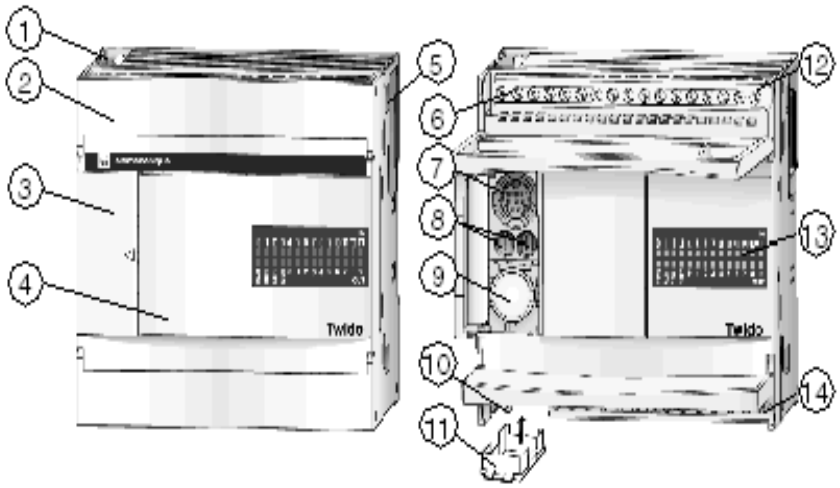


Figura 3.3 Controlador Compacto [1].

Número	Descripción
1	Orificio de montaje.
2	Cubierta de terminal.
3	Puerta de acceso.
4	Cubierta extraíble del conector de monitor de operación.
5	Conector de ampliación.
6	Terminales de potencia del sensor.
7	Puerto serie 1.
8	Potenciómetros analógicos (TWDLCAA10DRF y TWDLCAA16DRF disponen de uno).
9	Conector de puerto serie 2 (TWDLCAA10DRF no dispone de ninguno).
10	Terminales de fuente de alimentación de 100 a 240 VCA en la serie TWDLCA•••DRF. Terminales de fuente de alimentación de 24 VCC en la serie TWDLCD•••DRF.

[1] *Fuente de la figura: Manual de Controlador Lógico Programable Twido Soft.*

11 Conector de cartuchos (ubicado en la parte inferior del controlador).

12 Terminales de entradas.

13 Indicadores LED.

14 Terminales de salidas.

3.2.1.1 Características principales del controlador compacto

A continuación se detallan las características principales del controlador compacto.

- 14 entradas digitales y 10 salidas de relé.
- 2 potenciómetros analógicos.
- 1 puerto serie integrado.
- Admite hasta 4 módulos de E/S de ampliación.

3.2.2 CONTROLADOR MODULAR TWIDO.

La figura 3.4 muestra las partes de un controlador modular.

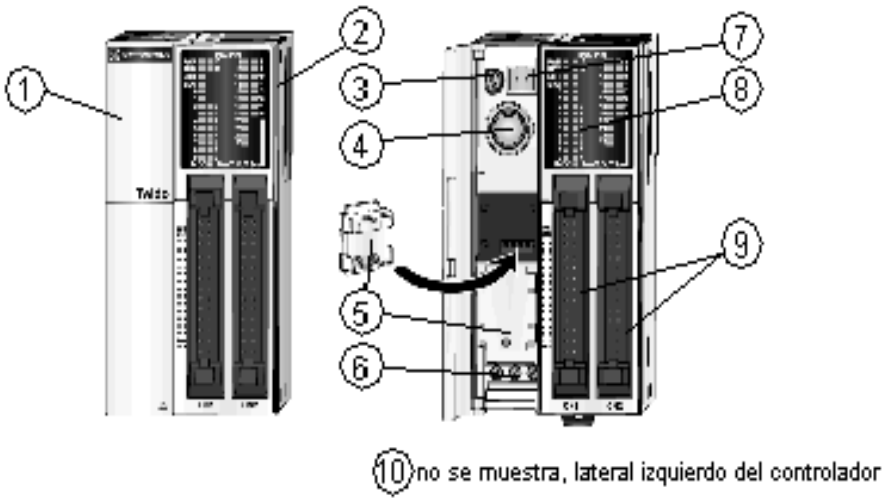


Figura 3.4 Controlador modular [2].

Número	Descripción
1	Tapa con bisagra.
2	Conector de ampliación.
3	Potenciómetro analógico.

[2] *Fuente de la figura: Manual de Controlador Lógico Programable Twido Soft.*

4 Puerto serie 1.
5 Cubiertas de los cartuchos.
6 Terminales de fuente de alimentación de 24 V CC.
7 Conector de entrada de tensión analógica.
8 LED.
9 Terminales de E/S.

Los esquemas de cableado que se debe realizar en el controlador compacto y modular se los observa en el ANEXO F.

3.2.3 MONITOR DE OPERACIÓN

El monitor de operación es una opción del controlador que permite visualizar y controlar datos de la aplicación y algunas funciones del controlador, tiene dos modos de funcionamiento.

- Modo de visualización: sólo muestra datos.
- Modo de edición: permite modificar datos.

En este caso el monitor se lo utiliza únicamente para observar el conteo que realiza el contador, no se realizan modificaciones de datos.

En la figura 3.5 se muestra una vista del monitor de operación, que se compone de una zona de visualización y de cuatro teclas de botones de comandos de entrada.

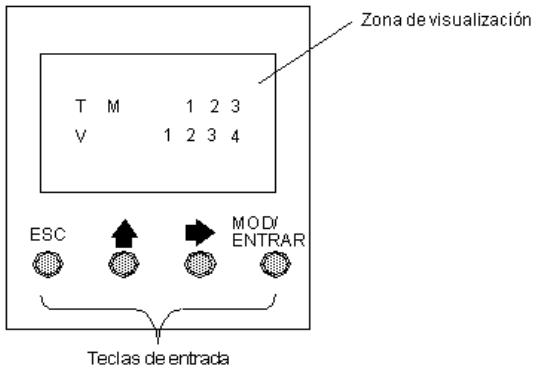


Figura 3.5 Monitor de operación [3].

[3] *Fuente de la figura: Manual de Controlador Lógico Programable Twido Soft.*

3.2.3.1 Teclas de entrada al monitor de operación.

En la tabla 3.1 se muestran las funciones de los cuatro botones de comando de entrada dependen del modo del monitor de operación.

: **Tecla**	**En modo de visualización**	**En modo de edición**
ESC		Rechaza los cambios y regresa a la visualización anterior.
↑		Pasa al siguiente valor del objeto que se esté editando.
→	Avanza hasta la siguiente visualización.	Pasa al siguiente tipo de objeto que se vaya a editar.
MOD/INTRO	Va al modo de edición.	Acepta los cambios y regresa a la visualización anterior.

Tabla 3.1 Teclas de entrada al monitor de operación [4].

Las dimensiones de los controladores y modulo de visualización para la elección de elementos como tablero de control, regletas canaletas, se las observa en el ANEXO G, también se detallan las distancias mínimas para controladores y módulos de ampliación en un panel de control, además se muestra como se debe realizar la instalación de los módulos de ampliación y de monitor de operación.

3.2.4 CONTACTORES

Dispositivos designados a cerrar o interrumpir la corriente en uno o más circuitos eléctricos, diseñado para maniobras frecuentes bajo carga y sobrecargas normales. En la figura 3.6 se observan a los contactores que realizan el accionamiento del motor principal o de corte y motor secundario o arrastrabarras por medio de las salidas del PLC.

Figura3.6 Contactores de motor principal y secundario.

[4] *Fuente de la tabla: Manual del Controlador Lógico Programable Twido Soft.*

3.2.5 RELES DE PROTECCION ELECTRICA.

Los relés de interfaz se utilizan principalmente después de una salida digital y permiten aislar las señales de entrada y salida, estos dispositivos son instalados principalmente para la protección y activación de electroválvulas.

En la figura 3.7 se observan a los relés instalados en el tablero de control de la cortadora de latón para forja.

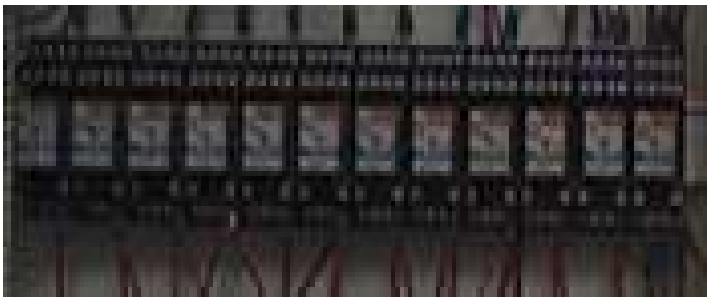


Figura3.7 Relés de protección eléctrica de dispositivos de control.

3.2.6 PROTECCION PRINCIPAL

Su función principal es la de proteger al sistema de potencia de cortocircuitos y sobrecargas de tal forma que evite que el sistema sufra daños debido a fallas externas.

En la figura 3.8 se muestra a la protección principal instalada en la máquina cortadora de latón para forja.

Figura3.8 Protección principal Breaker.

3.2.7 GUARDAMOTORES

Son aparatos diseñados para ejercer hasta 4 funciones:

1. Protección contra sobrecargas.
2. Protección contra cortocircuitos.
3. Maniobras normales manuales de cierre y apertura.
4. Señalización.

Este tipo de interruptores, en combinación con un contactor, constituye una solución excelente para la maniobra de motores, sin necesidad de fusibles de protección. Cada uno de los tres polos del interruptor automático dispone de un disparador térmico de sobrecarga que consiste en unos bimetales por los cuales circula la corriente del motor.

En la figura 3.9 se observa al tipo de guardamotor instalado en la cortadora de latón para forja.

Figura 3.9 Guardamotores

3.2.8 PULSADORES

Los pulsadores del tablero de control no tienen enclavamiento excepto el pulsador paro de emergencia, y las funciones que realizan se las puede observar en el grafico de la figura 3.10.

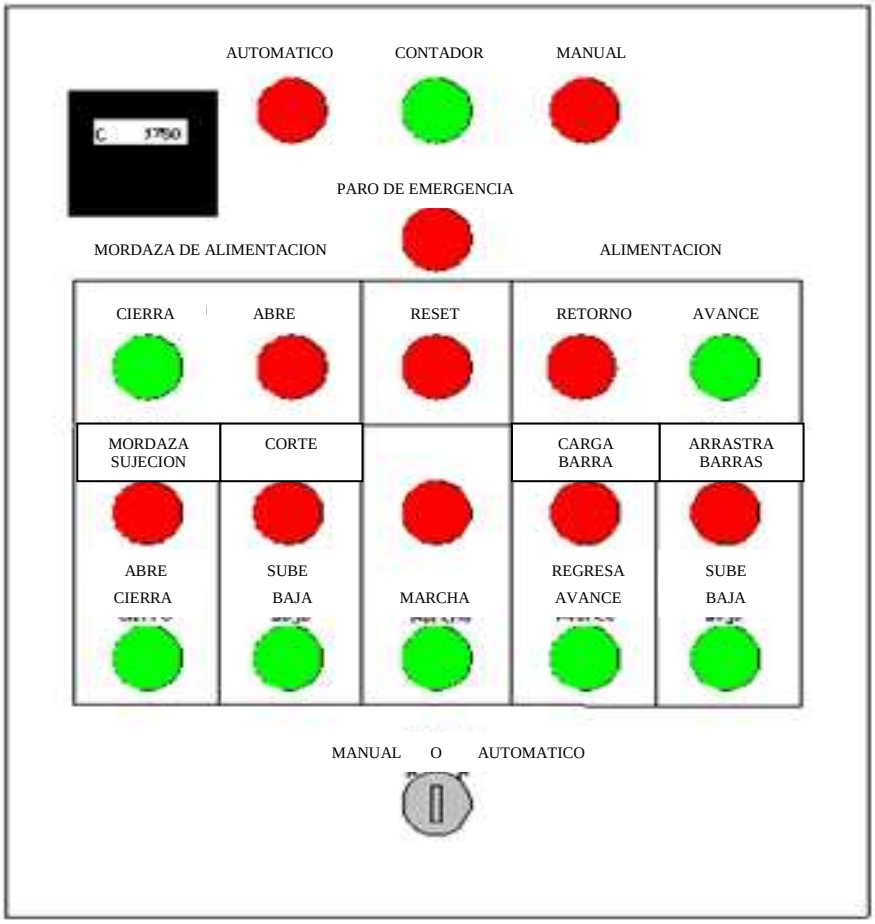


Figura 3.10 Pulsadores del tablero de control.

3.3 CAMBIOS PREVIOS A LA AUTOMATIZACIÓN

Luego de haber conocido las partes de la máquina y su funcionamiento, se procede a desarmar y a desmontar todos los componentes eléctricos y neumáticos, para revisar su estado de funcionamiento, como se encontraban en mal estado se procede al reemplazo de todos los elementos.

En la parte neumática se reemplazan: electroválvulas, mangueras de aire, racores, unidad de mantenimiento, silenciadores y en la parte eléctrica: cables, mangueras protectoras de cable, conectores, tablero de control, fines de carrera, contactores de fuerza, luces piloto, pulsadores, terminales, borneras, canaletas, rieles DIN, se incorporó un PLC.

Se realiza el mantenimiento total a todos los cilindros neumáticos como es cambio de orings, retenedores, en algunos casos se rectifican los ejes, en el

cilindro hidroneumático se cambian camisas de cilindro. Se construye usando torno y fresadora nuevas ruedas dentadas que son las que dan la medida exacta del primer trozo de material cortado en cada barra. En la figura 3.11 se muestran a los componentes del tablero de control neumático.

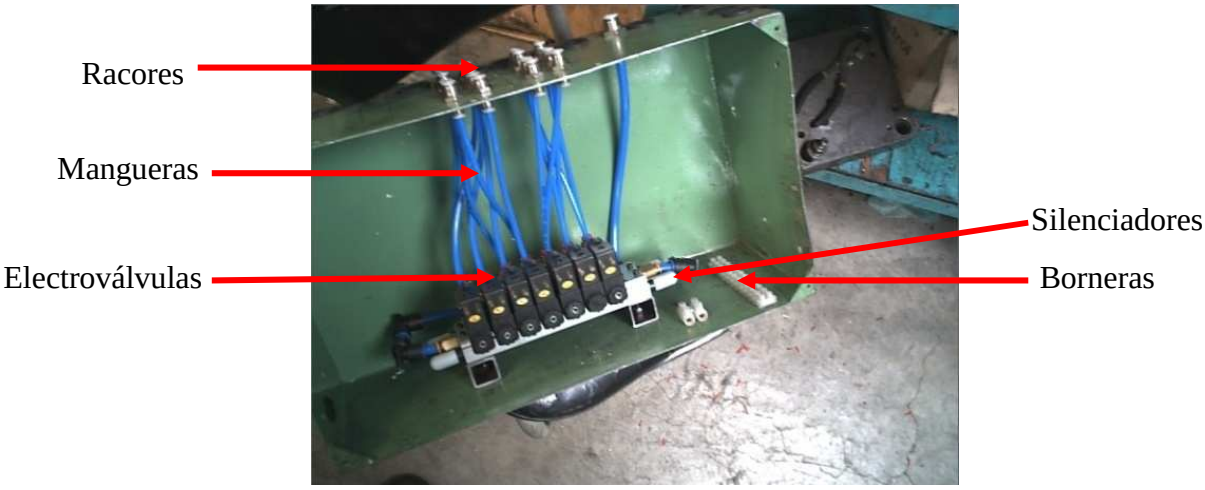


Figura 3.11 Tablero de control neumático

También se analiza la forma de instalar el tablero de control y se opta por construir y anclar con pernos en la carcasa de la máquina un soporte metálico para colocar el tablero de control y fuerza.

En la figura 3.12 se observa el ducto o soporte del tablero de control que es aprovechado para enviar cables hacia los actuadores de control.

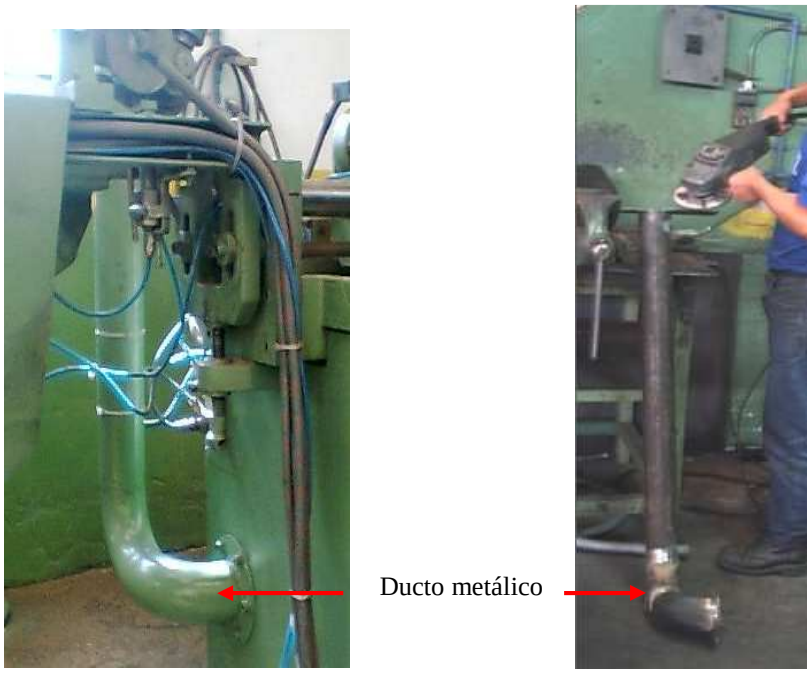


Figura 3.12 Ducto metálico.

3.4 DESCRIPCIÓN ELÉCTRICA

A continuación se presentan los códigos y descripción de los elementos utilizados para la lectura del plano eléctrico de control, la programación del controlador lógico y cableado eléctrico. Los contactores eléctricos de control son reemplazados por un PLC, por lo que las bobinas descritas a continuación se encuentran en el programa del controlador lógico programable.

CODIGO	DESCRIPCIÓN
R/O	Contactor principal
R/R	Contactor de sujeción de rollos
R/Mo	Contactor mordaza de alimentación
R/A	Contactor de alimentación
R/M	Contactor de mordaza de sujeción
R/T	Contactor de corte
RAs	Contactor Asta de Cargamento
T/O	Breaker motor sierra
T/OR	Breaker de motor de cargamento de rollos
EV/S	Electro válvula Separador
EV/Mo	Electro válvula Mordaza de alimentación
EV/A	Electro válvula de Alimentación
EV/M	Electro válvula Mordaza de sujeción
EV/T	Electro válvula Corte
EV/AS	Electro válvula asta Cargamento
EV/R	Electro válvula sujeción de Rollos o barras

T/O y T/OR son contactores de fuerza del motor de corte y motor arrastra barras.

3.5 DIAGRAMAS DE BLOQUES CON SECUENCIA DE FUNCIONAMIENTO DE LA CORTADORA

El diagrama de bloques de la figura 3.13, es la representación gráfica del funcionamiento interno del sistema que se hace mediante bloques, además definen la organización de todo el proceso interno.

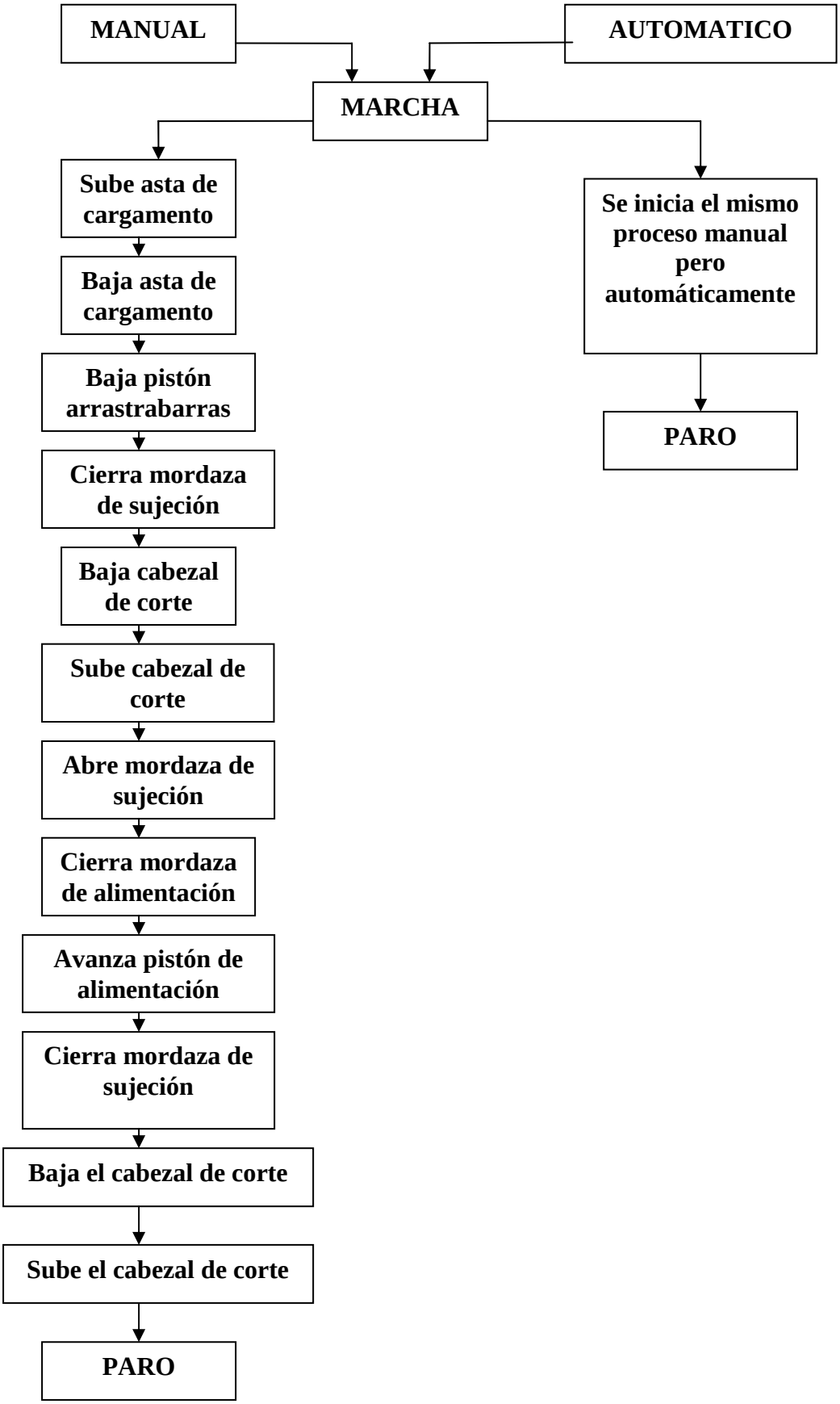


Figura 3.13: Diagrama de bloques.

El diagrama de bloques es la representación gráfica de las funciones que lleva a cabo cada componente y el flujo de señales donde cada función de transferencia tiene un bloque asignado, éstos se unen por flechas que representan el flujo de señales.

También, contiene información relacionada con el comportamiento dinámico y no incluye información de la construcción física del sistema.

La secuencia de funcionamiento de la máquina cortadora de latón para forja en forma manual, se realiza mediante los pulsadores del tablero de control eléctrico y es para cortar dos trozos de barra, debido a que la secuencia para el primer corte no es igual a la secuencia del segundo y resto de trozos a cortar de cada barra.

Para el funcionamiento en modo automático se pulsa el botón asignado con dicho nombre y también el de marcha, luego el proceso inicia su operación, y concluye al terminar el material a cortar, colocar el selector de marcha en posición O, o pulsar el paro de emergencia, ver figura 3.2.

El diagrama de bloques sirve para entender el funcionamiento de la máquina cortadora de latón para forja, si se coloca el selector de 3 posiciones en el modo manual y al presionar el pulsador de marcha se enciende el motor principal de corte, los siguientes pasos de la forma manual observados en el diagrama de bloques, son realizados presionando el pulsador indicado en el bloque correspondiente ejemplo luego de estar prendido el motor principal de corte, se presiona el pulsador “Subir” en la sección “asta de cargamento” del tablero de control y el asta sube, así para todos los bloques siguientes.

La secuencia que tiene el diagrama de bloques es la misma que se debe seguir para completar la serie en el corte de un trozo de material para forja.

El modo manual es utilizado para calibraciones de la maquinas como por ejemplo para calibrar las medidas de los trozos cortados, se realizan ajustes en el tornillo de regulación del sistema alimentador ver figura 2.9, y se hacen

pruebas en modo manual. También para completar las secuencias que por daño o uso de la máquina se van deshabilitando, por ejemplo el cargador de barras automático inicialmente estaba deshabilitado, pero al pulsar subir en la sección “cargador de barras” en el modo manual, la primera barra es alzada y luego al seleccionar el modo automático continuará la secuencia de corte.

Para el funcionamiento en modo automático se coloca el selector de dos posiciones (manual o automático) en automático y se presiona el pulsador de marcha, toda la secuencia de corte se completa sin necesidad de hacer otra maniobra de control.

3.6 DIAGRAMAS ELECTRICOS DE CONTROL, FUERZA, ALAMBRADO.

3.6.1 DIAGRAMA DE CONTROL ELECTROMECÁNICO

Se muestra a continuación el diagrama de control eléctrico que funciona de la siguiente manera.

En el diagrama de la figura 3.14.

Se presenta el selector de dos posiciones P1 es el paso inicial donde se selecciona el modo de trabajo, manual o automático dependiendo de esta se enciende una luz piloto, y se inicia el funcionamiento al presionar el pulsador de marcha, también se enciende el motor principal de corte por medio del contactor TO. Si al selector P1 se lo coloca en modo manual, se activarán los contactos P3,P4,P5,P6,P7, y las bobinas de los contactores auxiliares R1,R2,R3, R4 dependiendo de otros contactos, se explica a continuación:

En el diagrama de la figura 3.15.

R1 es accionada por el fin de carrera Fc7a (fin de carrera del sistema de carga barras) y por un contacto normalmente cerrado de la bobina R2, esta es accionada por Fc1 (fin de carrera superior de la unidad hidroneumática) o Fc4 (fin de carrera inferior de la unidad hidroneumática).

R3 depende de los fines de carrera Fc4, Fc6 (localizado en las mordazas de alimentación) y un contacto normalmente cerrado del contactor R3.

El contacto P6 acciona a la bobina R4.

En el tablero de control se encuentra la sección “mordaza de sujeción” (ver figura 3.2) donde se encuentran físicamente los pulsadores del diagrama “Abre y Cierra”, al presionar el pulsador “Cierra” energiza la bobina RM, un contacto auxiliar hace que la bobina de la electroválvula EvM se energice, y active al pistón neumático para que cierre la mordaza de sujeción de barras. Al presionar el pulsador “Abre” se desenergiza la bobina RM y consecuentemente se abren la mordazas de sujeción.

En el diagrama de la figura 3.16.

La bobina de alimentación RA, es energizada por los pulsadores de “Avance y Regreso” que se encuentran físicamente en el tablero de control, al igual que en el proceso anterior al presionar el pulsador “Avance” se energiza la bobina RA y un contacto auxiliar energiza la bobina de la electroválvula EvA, el cilindro neumático CNA avanza, al presionar el pulsador “Regresa” se desenergiza la bobina RA y en secuencia el pistón neumático regresa a su posición inicial.

La bobina de las mordazas de alimentación RMo se energiza al presionar el pulsador “Cierra” que se encuentran en la sección mordaza de alimentación del tablero de control. Un contacto auxiliar de esta bobina energiza la bobina de la electroválvula EvMo haciendo que la mordaza cierre, al presionar el pulsador “Abre” del tablero de control la bobina RMo se desenergiza lo que produce que el cilindro de alimentación regrese a su posición inicial y se abran las mordazas de alimentación.

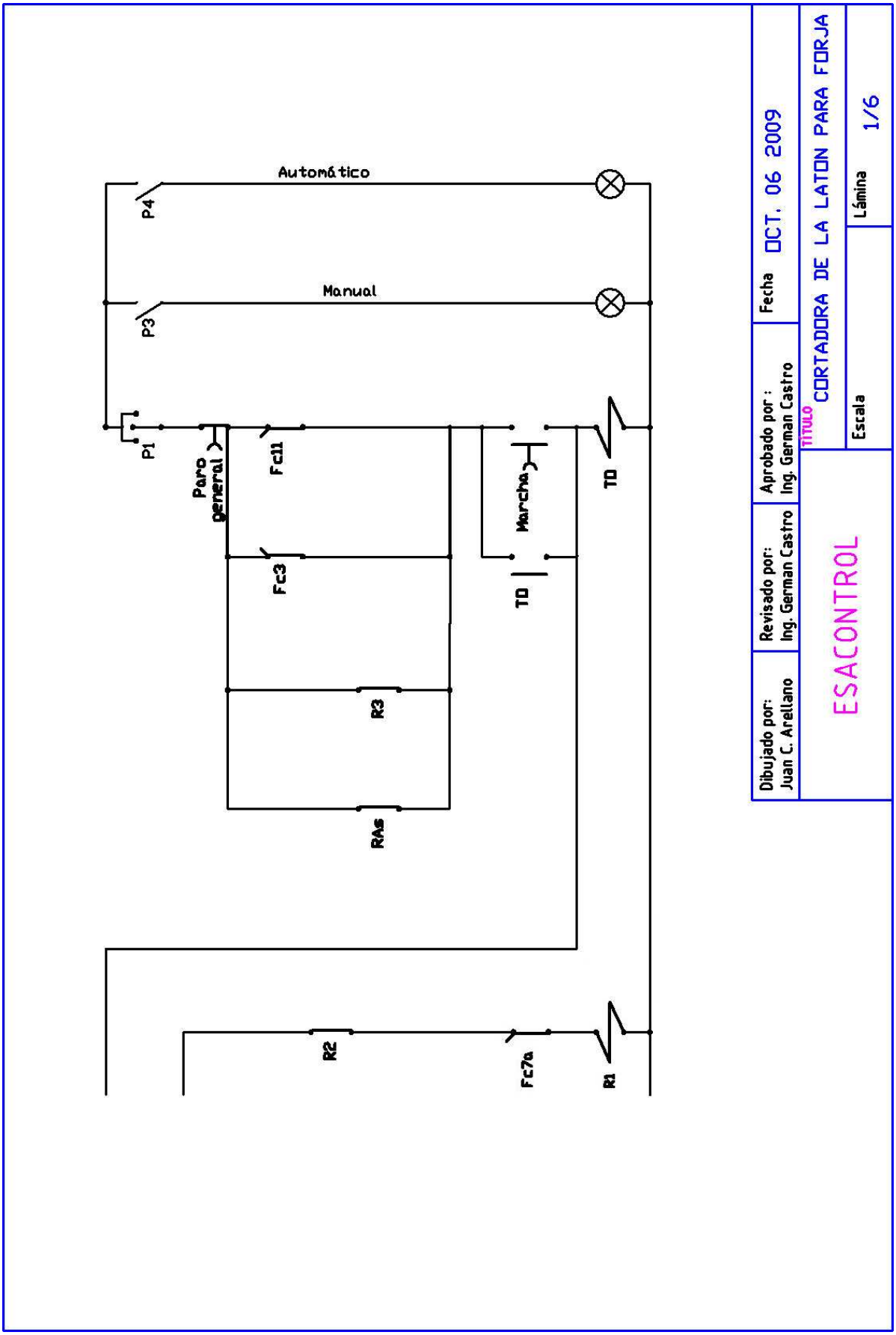


Figura 3.14: Diagrama de control eléctrico, primera parte.

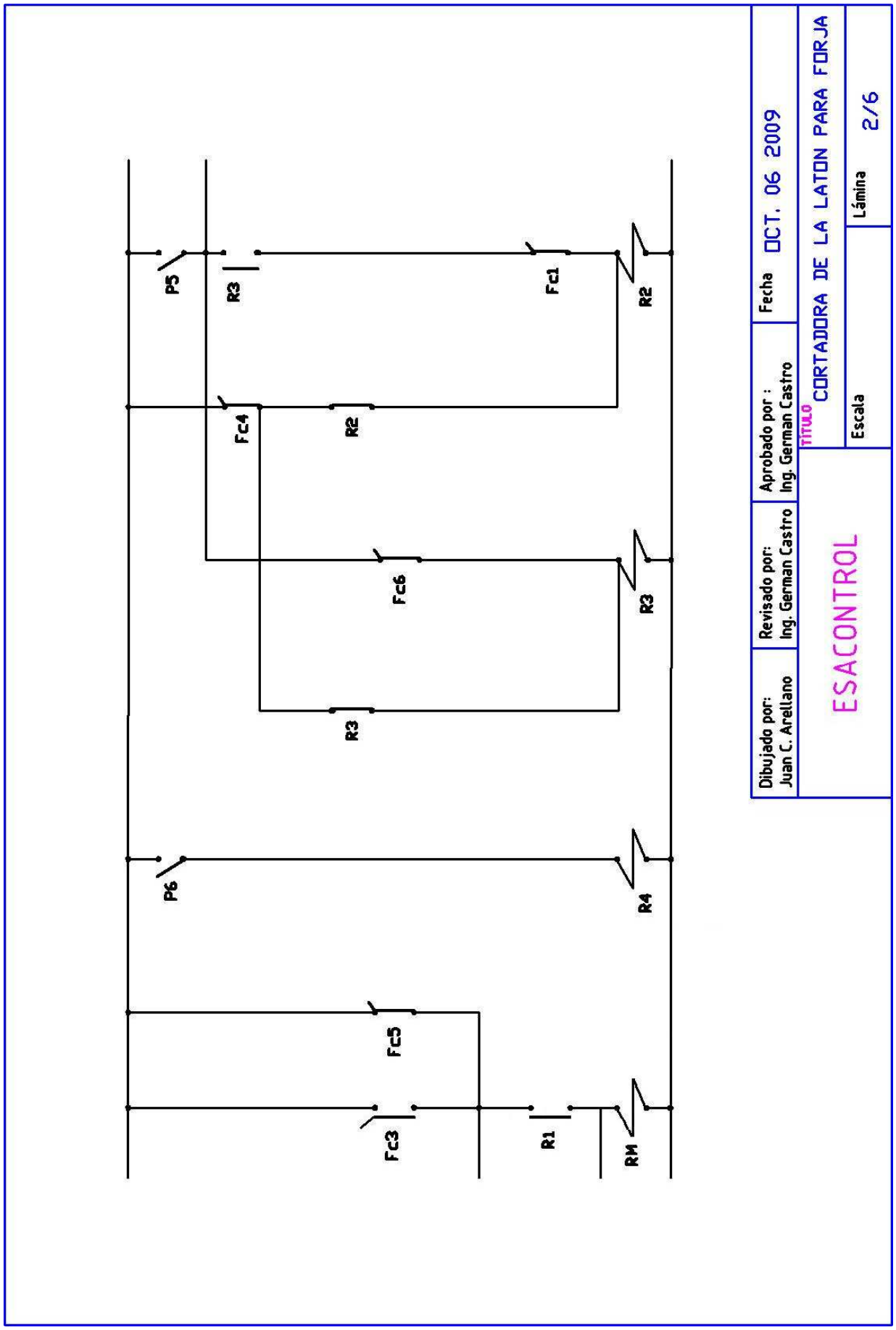


Figura 3.15 Diagrama de control eléctrico, segunda parte.

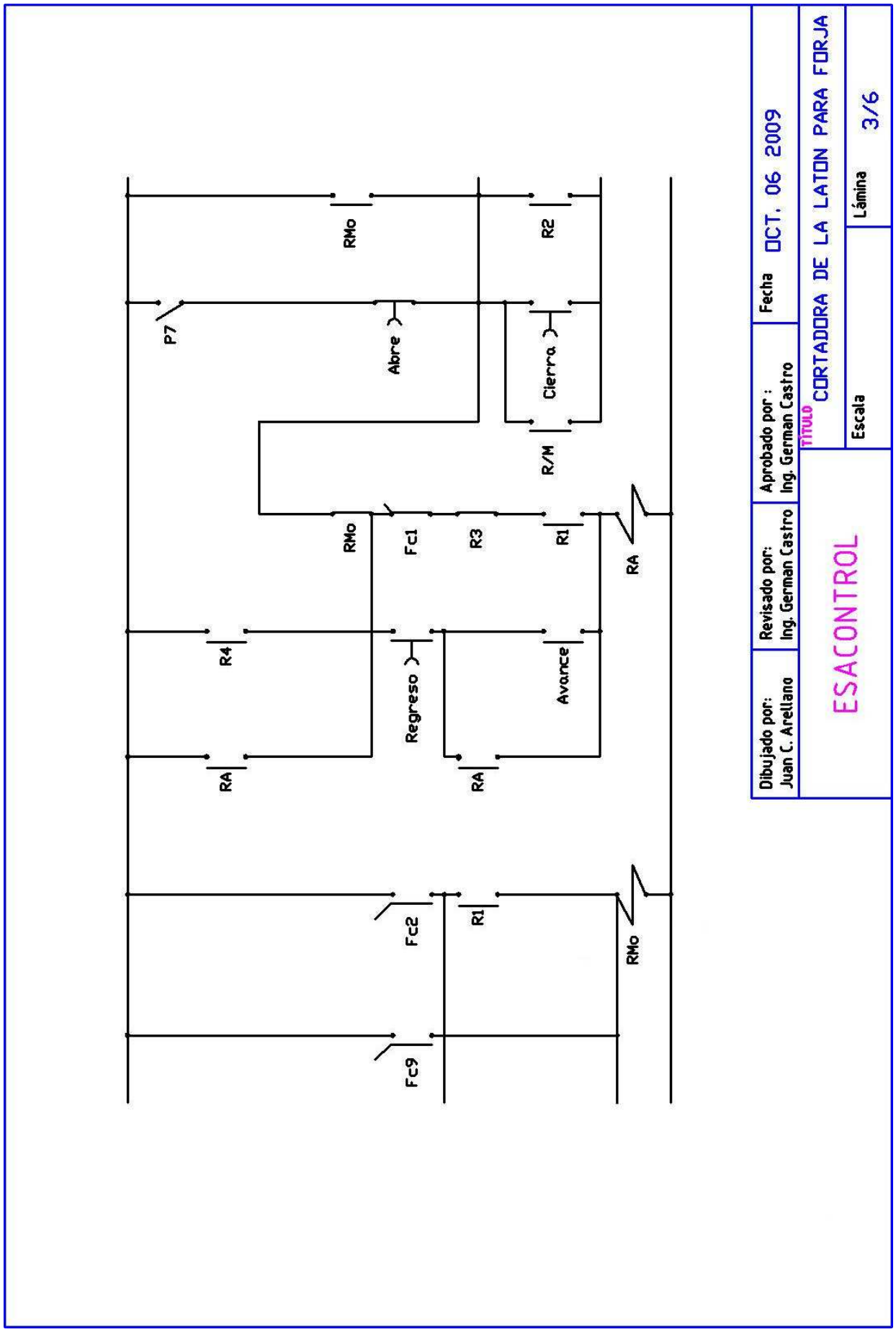


Figura 3.16 Diagrama de control eléctrico, tercera parte.

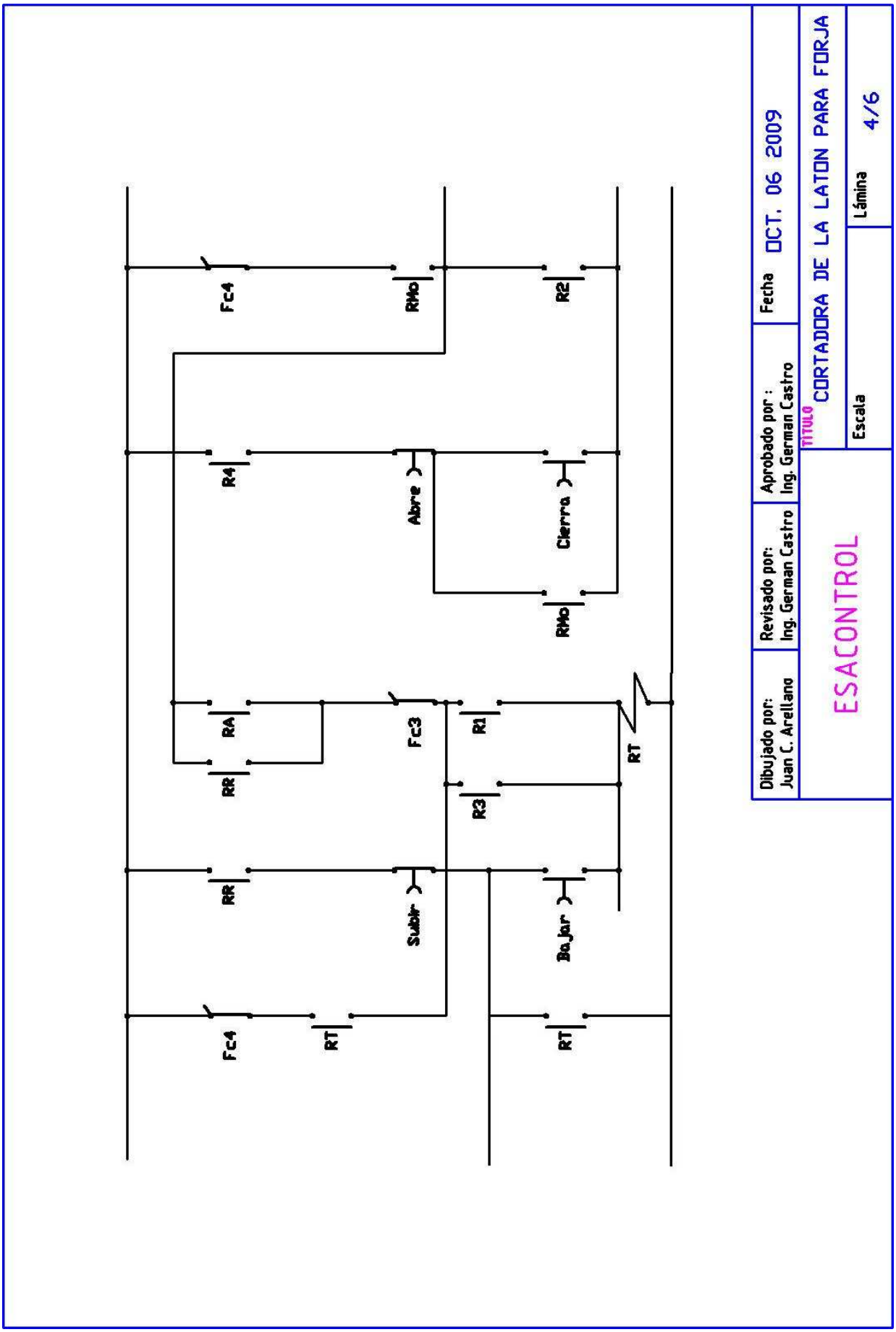


Figura 3.17 Diagrama de control eléctrico, cuarta parte.

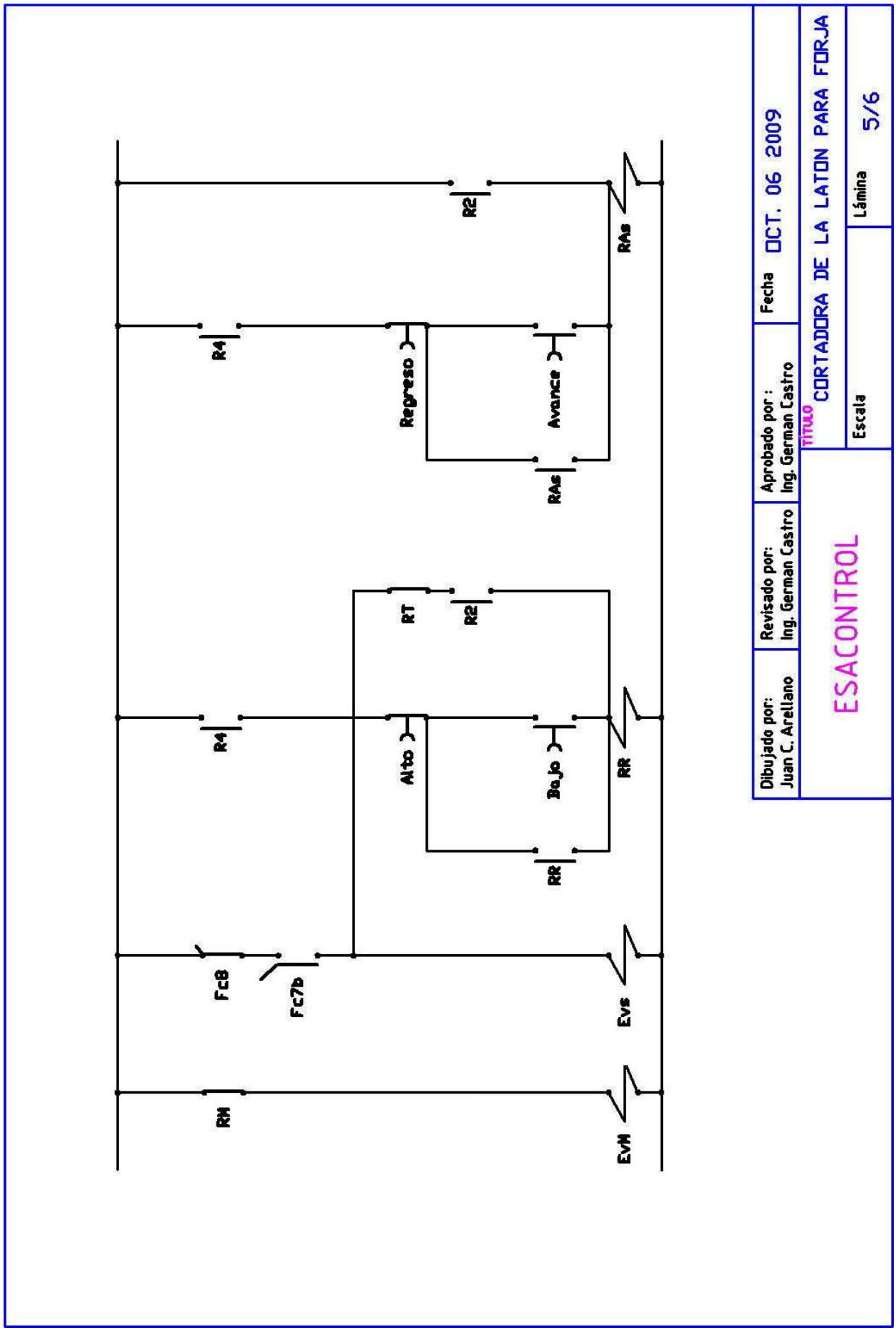


Figura 3.18 Diagrama de control eléctrico, quinta parte.

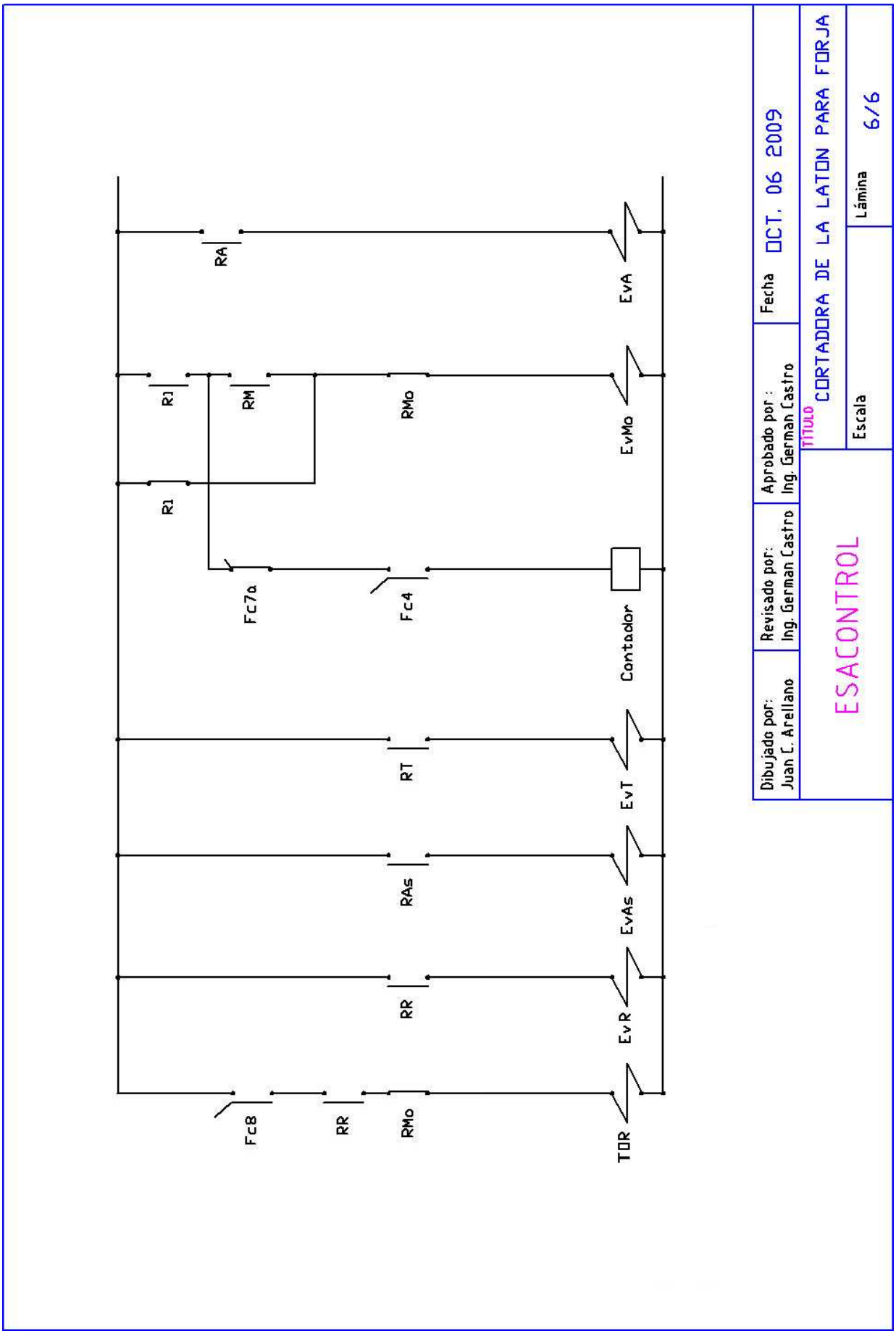


Figura 3.19 Diagrama de control eléctrico, sexta parte.

En el diagrama de la figura 3.17

En la sección que se encuentra la bobina RT del diagrama eléctrico, se puede observar que para que se energice básicamente depende del pulsador “Baja” que se encuentra en la sección “Corte” del tablero de control al presionar este pulsador se energiza la bobina RT, un contacto auxiliar energiza la bobina de la electroválvula EvT y se acciona el pistón hidroneumático del cabezal de corte haciendo que este baje, al presionar el pulsador “Subir” la bobina RT se desenergiza lo que en secuencia hace que el pistón hidroneumático suba a su posición inicial.

En el diagrama de la figura 3.18.

Al presionar el pulsador de “Avance” ubicado en la sección “Asta De Cargamento” del tablero de control, se energiza la bobina RAs, un contacto auxiliar energiza la bobina de la electroválvula EvAs, se activa un pistón neumático haciendo que el asta de cargamento suba y cargue una barra, al presionar el pulsador “Regreso” del tablero de control, se desenergiza la bobina RAs y en secuencia hace que baje el asta de cargamento a su posición inicial.

Al presionar el pulsador “Bajo” ubicado en la sección “Sujeción Rollos” del tablero de control energiza la bobina RR, un contacto auxiliar energiza la bobina de la electroválvula EvR, se acciona un pistón neumático que baja y sujeta la barra a cortar, al presionar el pulsador “Alto” de la misma sección del tablero de control se desenergiza la bobina RR y en secuencia el cilindro neumático sube a su posición inicial y se detiene la máquina.

La electroválvula del cilindro neumático separador EvS, es accionada por el fin de carrera Fc7b y los contactos auxiliares normalmente abiertos de las bobinas RR, R2, R4, al ser accionado este cilindro separa el primer trozo cortado de los otros, este proceso realiza la máquina para cada barra, debido a que estos presentan fallas en medidas o presentan fallas de elaboración en estas partes.

En el diagrama de la figura 3.19.

Se encuentra la bobina de la electroválvula del cilindro neumático de alimentación EvA, que es accionada por un contacto auxiliar normalmente

abierto de la bobina RA. Lo que este cilindro realiza es la alimentación en sentido horizontal de cada barra por partes pequeñas cuyas medidas de estas partes son calibradas mediante un tornillo de regulación ubicado en este cilindro.

La bobina de la electroválvula del cilindro neumático mordaza de alimentación EvMo, es accionada por los contactos auxiliares normalmente abiertos de las bobinas R1 y RM. En realidad lo que este cilindro hace es sujetar a la barra transversalmente para que el cilindro de alimentación y este avancen horizontalmente manteniendo fija a la barra ubicándola en el sistema de corte, una vez realizado el corte estos cilindros regresan a su posición original.

Se encuentra la bobina del Contador que realiza el conteo de una pieza cada vez que se realiza un corte y es accionada por el fin de carrera Fc4 y R1, la señal de conteo es enviada principalmente por el fin de carrera Fc4 ubicado en el cilindro hidroneumático de corte.

La electroválvula del cilindro hidroneumático de corte EvT es accionada por el contacto auxiliar normalmente abierto de la bobina RT. Este cilindro realiza el corte de cada trozo de barra.

La electroválvula del cilindro neumático del asta de cargamento EvAs, es accionada por el contacto auxiliar normalmente abierto de la bobina Ras. Este cilindro se encuentra en el inicio de la secuencia de la máquina y al ser accionado eleva el asta de cargamento que coloca una nueva barra en el siguiente sistema, cargador alimentador de barras, luego regresa a su posición inicial.

La electroválvula del cilindro neumático sujeción de rollos y medidor EvR, es accionada por el contacto auxiliar normalmente abierto de la bobina RR. En esta parte se encuentran conectados dos cilindros en paralelo que son accionados con la misma electroválvula, el cilindro sujetador de rollos al ser activado presiona a la barra contra unas poleas ubicadas en el cargador alimentador de barra para posteriormente ser llevada al siguiente sistema por

arrastre del motor TOR este arrastre se produce por que el motor tiene conexión con una de estas poleas. El cilindro medidor al ser activado por la electroválvula, presiona a la rueda dentada contra la barra y esta contra las poleas, para cuando sea arrastrada al siguiente proceso realice la medición del primer trozo de barra a ser cortado.

La bobina de control del motor arrastra rollos TOR es accionada por el fin de carrera Fc8 y un contacto auxiliar normalmente abierto de la bobina RR. Es decir que el motor funciona cuando estos contactos se cierran.

3.6.2 DIAGRAMA DE ALAMBRADO

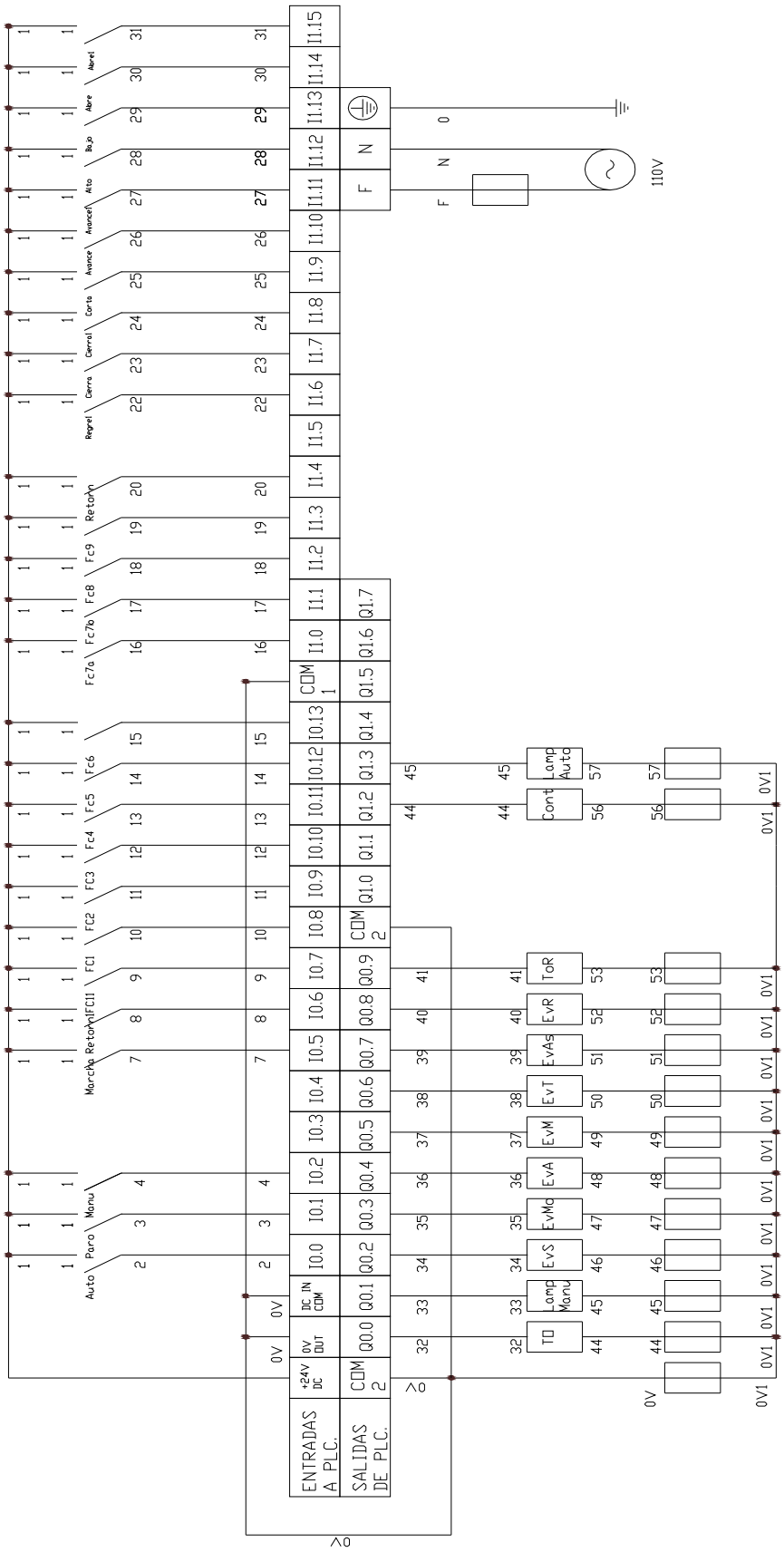


Figura 3.20: Diagrama de alambrado.

3.6.3 DIAGRAMA ELECTRICO DE FUERZA

En la siguiente figura 3.21 se muestra la forma en que se conectaron los motores de arranque directo MO Motor principal o de corte y MOR Motor secundario o arrastrabarras.

Los símbolos Fo y For representan a los guardamotores del motor principal y motor secundario respectivamente, TO y TOR son los contactores de fuerza de cada motor.

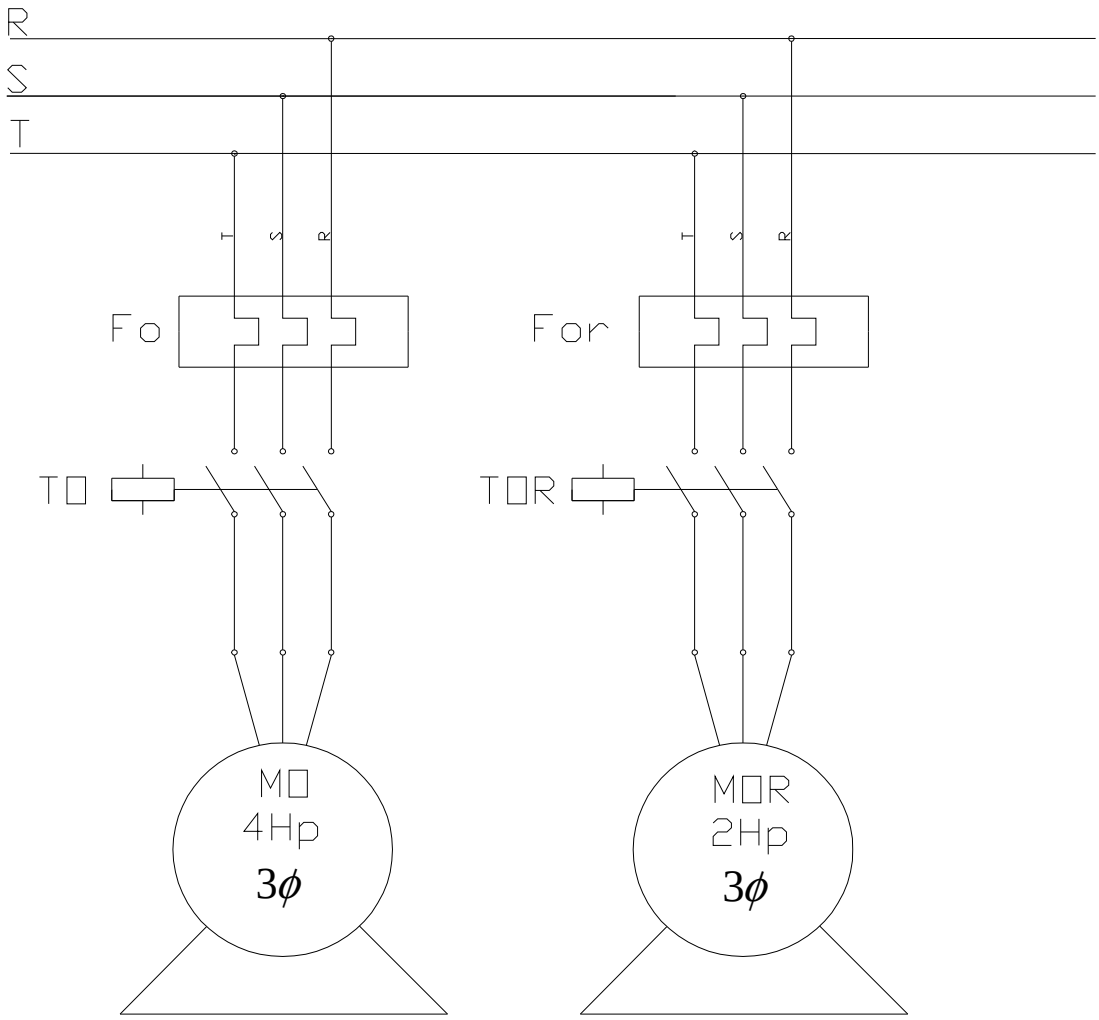
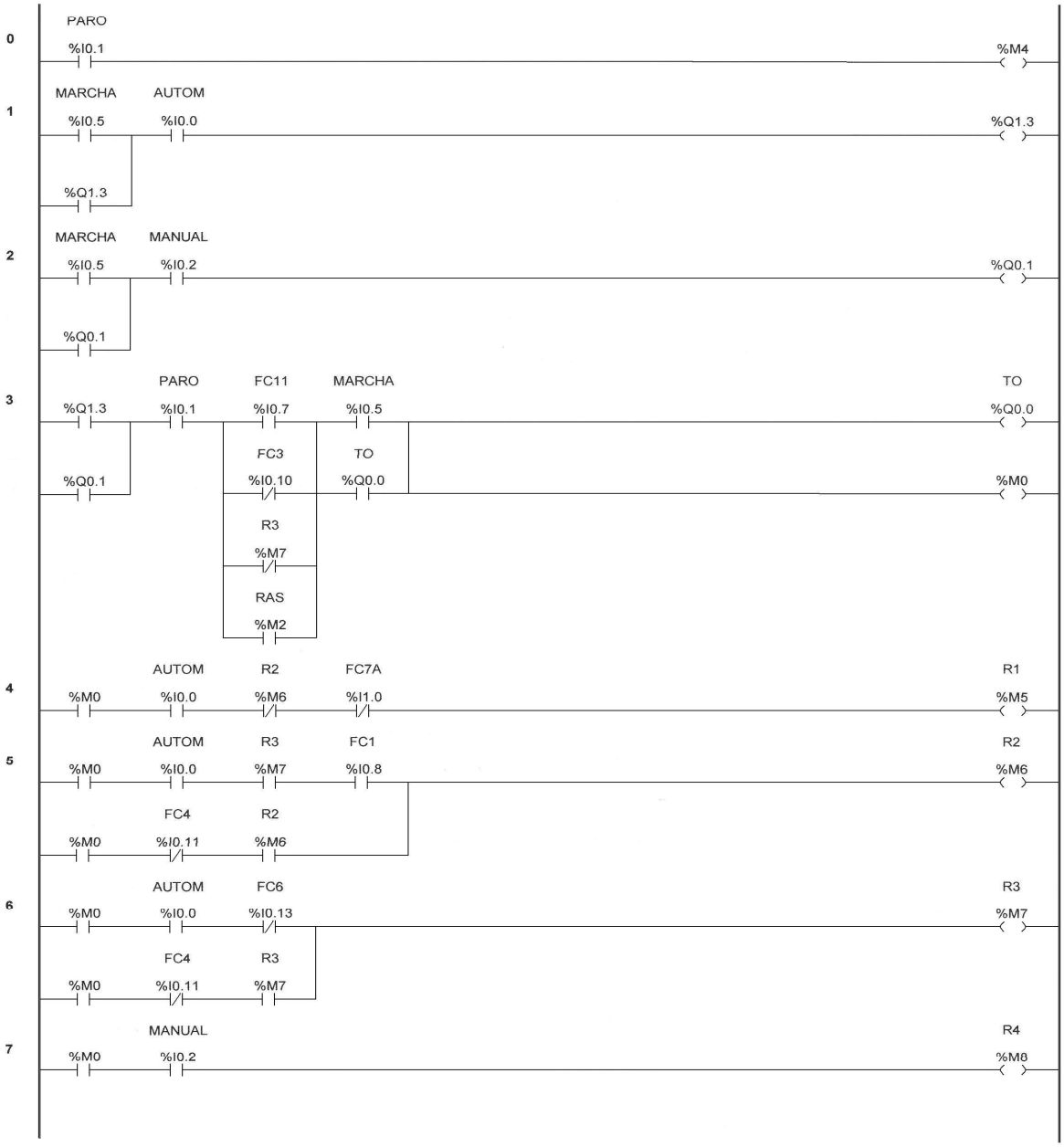


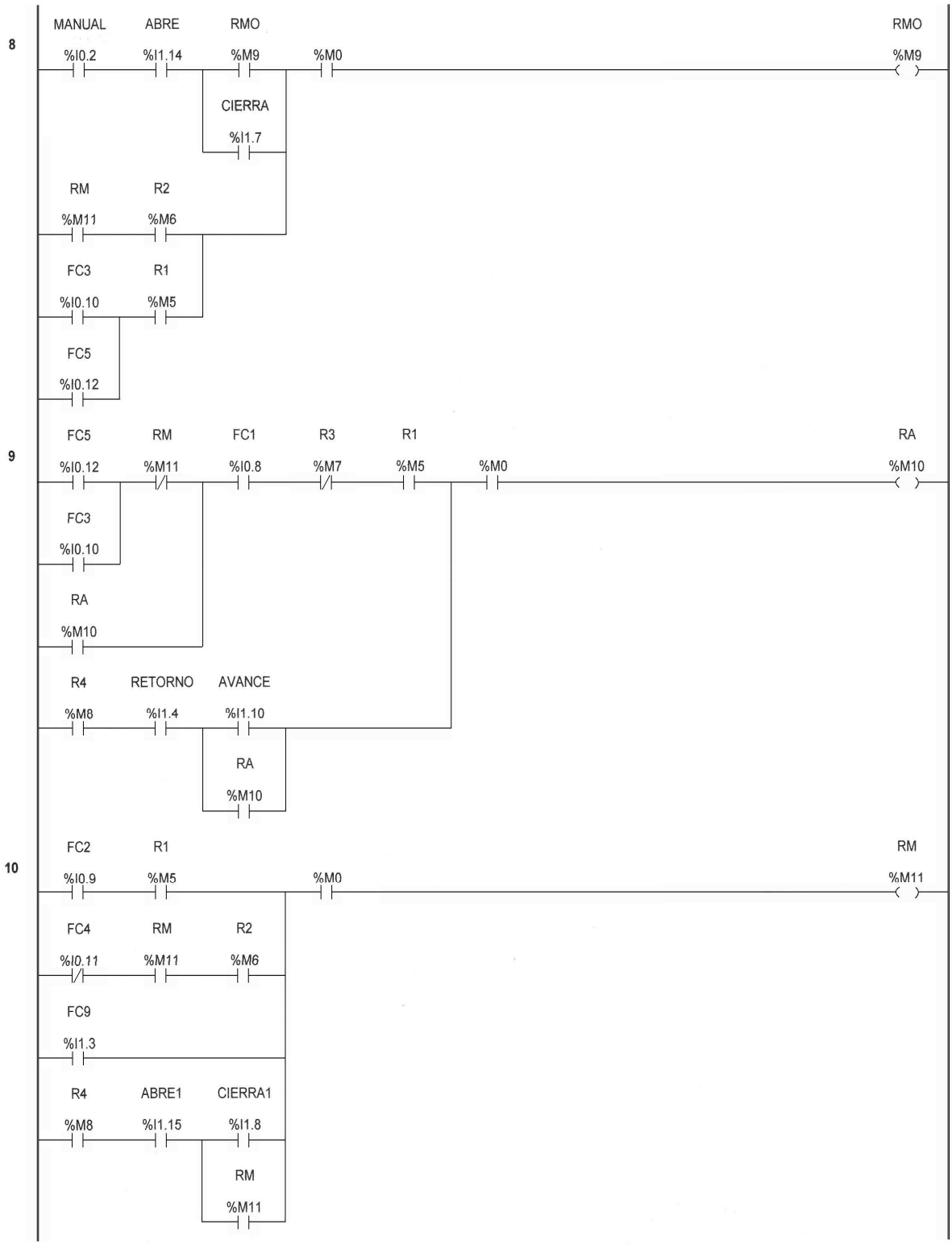
Figura 3.21 Diagrama eléctrico de fuerza.

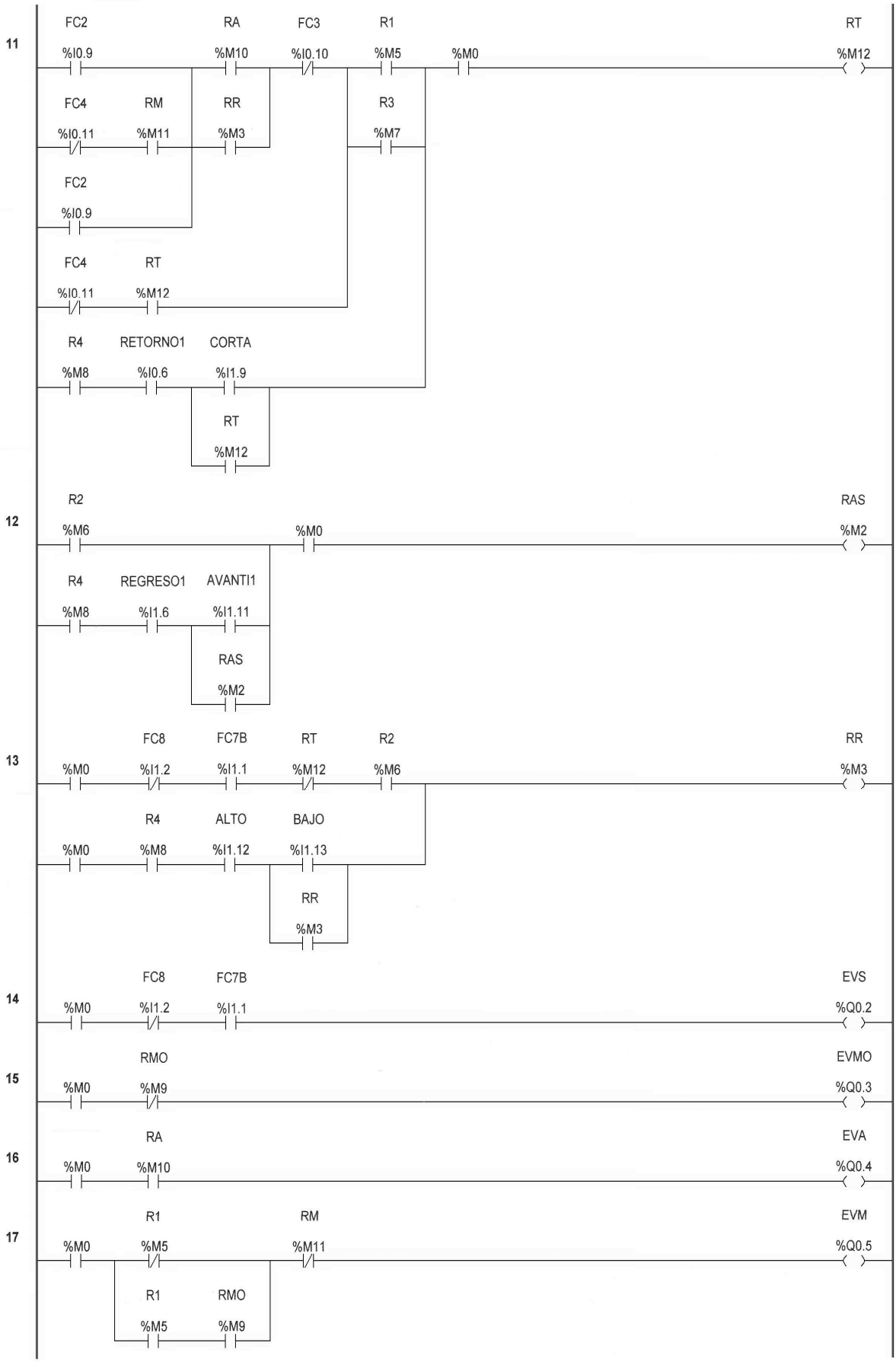
3.7 PROGRAMA UTILIZADO EN LA AUTOMATIZACION

Para la programación del controlador fue necesario realizar muchos cambios en el diagrama eléctrico, para transformarlo en diagrama de control y el software lo pueda entender y procesar correctamente la información. Los cambios se pueden ver al comparar los diagramas eléctricos de las figuras 3.14, 3.15, 3.16, 3.17, 3.18, 3.19, con el diagrama de control de la figura 3.22. En la figura 3.22 se presenta el programa de control en lenguaje ladder.

Ladder




8
MANUAL
%I0.2
ABRE
%I1.14
RMO
%M9
%M0
RMO
%M9
CIERRA
%I1.7
RM
%M11
R2
%M6
FC3
%I0.10
R1
%M5
FC5
%I0.12
9
FC5
%I0.12
RM
%M11
FC1
%I0.8
R3
%M7
R1
%M5
%M0
RA
%M10
FC3
%I0.10
RA
%M10
R4
%M8
RETORNO
%I1.4
AVANCE
%I1.10
RA
%M10
10
FC2
%I0.9
R1
%M5
%M0
RM
%M11
FC4
%I0.11
RM
%M11
R2
%M6
FC9
%I1.3
R4
%M8
ABRE1
%I1.15
CIERRA1
%I1.8
RM
%M11


11
FC2 %I0.9
RA %M10
FC3 %I0.10
R1 %M5
%M0
RT %M12
FC4 %I0.11
RM %M11
RR %M3
R3 %M7
FC2 %I0.9
FC4 %I0.11
RT %M12
R4 %M8
RETORNO1 %I0.6
CORTA %I1.9
RT %M12
12
R2 %M6
%M0
RAS %M2
R4 %M8
REGRESO1 %I1.6
AVANTI1 %I1.11
RAS %M2
13
%M0
FC8 %I1.2
FC7B %I1.1
RT %M12
R2 %M6
RR %M3
%M0
R4 %M8
ALTO %I1.12
BAJO %I1.13
RR %M3
14
%M0
FC8 %I1.2
FC7B %I1.1
EVS %Q0.2
15
%M0
RMO %M9
EVMO %Q0.3
16
%M0
RA %M10
EVA %Q0.4
17
%M0
R1 %M5
RM %M11
EVM %Q0.5
R1 %M5
RMO %M9

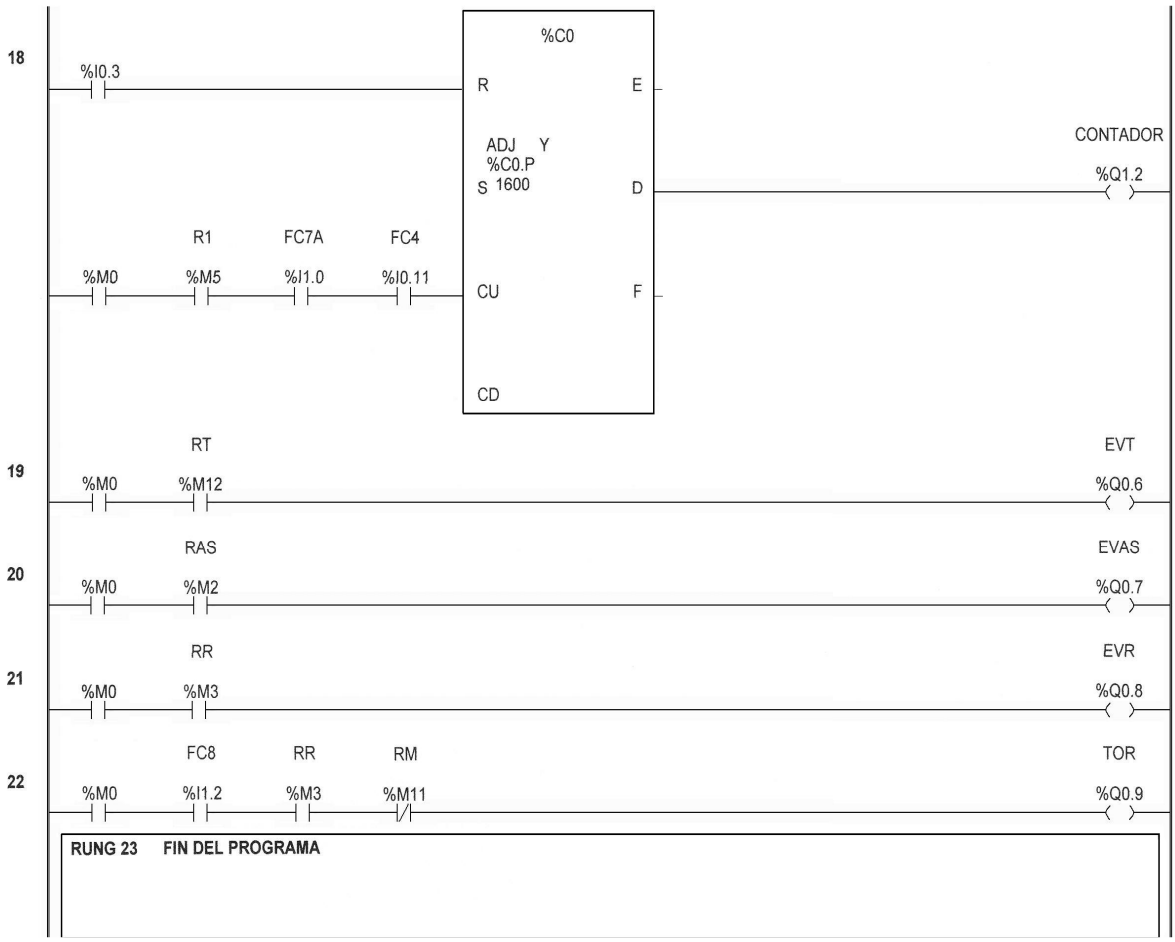


Figura 3.22 Programa de control.

A continuación se detalla la simbología utilizada en el programa del controlador de la figura 3.22.

En las entradas:

Simbología del programa Descripción

%I0.0……Automático

%I0.1……Paro

%I0.2……Manual

%I0.3……Reset Contador

%I0.5……Marcha

%I0.6……Pulsador RETORNO1 (Corte)

%I0.7……....Fin de carrera FC11

%I0.8……Fin de carrera FC1

%I0.9……Fin de carrera FC2

%I0.10……..Fin de carrera FC3

%I0.11……..Fin de carrera FC4
%I0.13……..Fin de carrera FC6
%I1.0……Fin de carrera FC7A
%I1.1……Fin de carrera FC7B
%I1.2……Fin de carrera FC8
%I1.3……Fin de carrera FC9
%I1.4……Pulsador RETORNO (Alimentación)
%I1.6……Pulsador REGRESO1 (Asta de carga)
%I1.7……Pulsador CIERRA (Mordaza de sujeción)
%I1.8……Pulsador CIERRA1 (Mordaza de Alimentación)
%I1.9……Pulsador CORTA (Corte)
%I1.10……Pulsador de AVANCE (Alimentación)
%I1.11……..Pulsador AVANTI1 (Asta de carga)
%I1.12……..Pulsador ALTO (Sujeción de rollos)
%I1.13……..Pulsador BAJO (Sujeción de rollos)
%I1.14……..Pulsador ABRE (Alimentación)
%I1.15……..Pulsador ABRE1 (Mordaza Alimentación)

Nota.- En los paréntesis se nombra a la ubicación de los pulsadores en el tablero de control, ejemplo el pulsador ABRE1 se encuentra en la sección “Mordaza de Alimentación” del tablero de control.

En las salidas:

Simbología del programa Descripción

%Q0.0……Bobina de Contactor TO motor principal
%Q0.1……Bobina de lámpara de modo “manual”
%Q0.2……Bobina de electroválvula EVS
%Q0.3……Bobina de electroválvula EVMO
%Q0.4……...Bobina de electroválvula EVA
%Q0.5……Bobina de electroválvula EVM
%Q0.6……Bobina de electroválvula EVT
%Q0.7……...Bobina de electroválvula EVAS
%Q0.8……Bobina de electroválvula EVR

%Q0.9……Bobina de Contactor TOR motor arrastra barras.
%Q1.2……Bobina de lámpara de fin de conteo.
%Q1.3……Bobina de lámpara de modo “automático”
%M0……..Memoria de programa M0
%M2……...Memoria de bobina RAS
%M3……...Memoria de bobina RR
%M4……...Bobina lámpara “paro emergencia”
%M5……...Memoria de bobina R1
%M6……...Memoria de bobina R2
%M7……...Memoria de bobina R3
%M8……...Memoria de bobina R4
%M9……...Memoria de bobina RMO
%M10……....Memoria de bobina RA
%M11……Memoria de bobina RM
%M12……Memoria de bobina RT

3.8 CONTROLADORES UTILIZADOS PARA LA AUTOMATIZACIÓN

En La automatización de la máquina cortadora de latón para forja se utiliza el PLC Twido de telemecanique y un módulo de expansión, que no sólo controlan la lógica de funcionamiento de máquinas, plantas y procesos industriales, sino que pueden controlar señales analógicas para realizar estrategias de control, también pueden comunicarse con otros controladores y computadoras en redes de área local. Son una parte fundamental de los modernos sistemas de control distribuido.

En la programación se pueden incluir diferentes tipos de operando, desde los más simples como lógica booleana, contadores, temporizadores, contactos, bobinas y operadores matemáticos, hasta operaciones más complejas como manejo de tablas, recetas, apuntadores, etc.

3.8.1 LENGUAJE DEL CONTROLADOR

Para la programación del controlador se utiliza el software Twido Soft y el lenguaje ladder logic que es similar a la representación de los circuitos eléctricos mediante contactos y bobinas.

En la figura 3.23 se muestra un ejemplo de diagrama eléctrico o de lógica de relé y un diagrama ladder o en escalera.

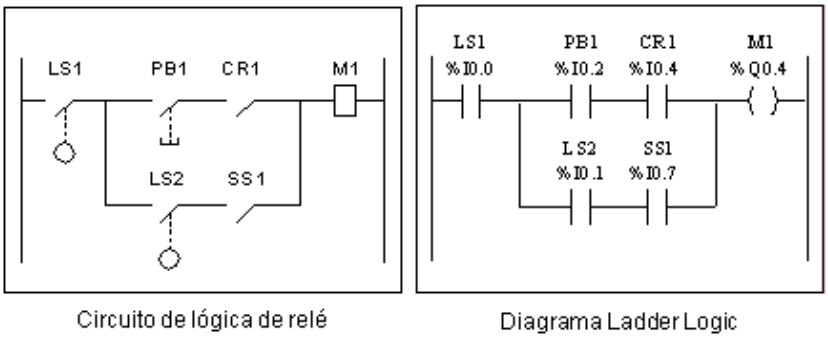


Figura 3.23 Circuito Lógica de Relé y Diagrama Ladder Logic [5].

3.8.2 COMUNICACIÓN ENTRE EL PC Y EL CONTROLADOR

Una vez ingresado el programa en un computador utilizando todas las funciones del software, se procede a la descarga desde el PC al controlador como se indica en la figura 3.24, con el selector en la posición 2 y utilizando los cables de comunicación respectivos.

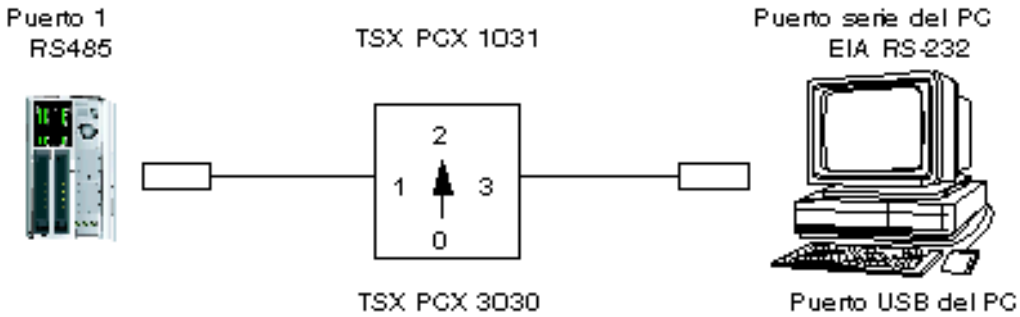


Figura 3.24 Conexión del PC al Controlador [6].

[5,6] *Fuente de la tabla: Manual del Controlador Lógico Programable Twido Soft.*

3.9 SIMBOLOS UTILIZADOS EN LA AUTOMATIZACIÓN

La tabla 3.2 contiene ilustraciones y definiciones de algunos símbolos habituales utilizados en las descripciones de esquemas de cableado.

	Fusible
	Carga
	Alimentación de CA
	Alimentación de CC
	Entrada / sensor digital; por ejemplo, contacto, conmutador, iniciador, barrera de luz, etc.
	Toma de tierra física
	Sensor de 2 conductores
	Contacto normalmente abierto
	Contacto normalmente cerrado
	Temporizadores, contadores, registros, etc.

Tabla 3.2 Elementos y Símbolos utilizados en Automatización [7].

3.10 AUTOMATIZACION DE LA MAQUINA CORTADORA DE LATON PARA FORJA.

Ya conocidas las secuencias de funcionamiento de la máquina cortadora de latón para forja, los planos eléctricos de control, fuerza y todos los elementos con los que se va a trabajar, se procede a armar el nuevo tablero de control, instalando rieles DIN para anclar los elementos de control y canaletas para ocultar el cable, se cablea el tablero de control con cable número 18 AWG los elementos de control, y con cable número 12 AWG los elementos de fuerza.

[7] *Fuente de la tabla: Manual del Controlador Lógico Programable Twido Soft.*

Se construye e instala una tubería metálica anclada en forma vertical sujetada mediante pernos, para instalar el tablero de control sobre el extremo superior y pasar por su interior el cable que se va a cada actuador eléctrico y neumático.

Se instalan en el tablero de control relés de protección eléctrica de 2 amperios entre las salidas del PLC y las cargas o dispositivos a controlarse, se conecta una protección eléctrica para cada uno de los dos motores eléctricos de la máquina, para el motor principal o de corte de 4 HP, un guardamotor calibrado a 13 amperios, para el motor secundario o arrastrabarras de 2 HP un guardamotor en 6 amperios, se instala una protección eléctrica de 2 amperios en la entrada del PLC recomendada por el fabricante, se realiza una protección eléctrica general con un termomagnético trifásico de 20 amperios para todo el sistema eléctrico. El dimensionamiento de estas protecciones se lo realizo en base a las corrientes nominales de los motores y dispositivos eléctricos, por ejemplo para el motor de 2 HP la corriente nominal es de 6 amperios entonces se instala la protección eléctrica calibrada en 6 amperios.

Se repara el tablero neumático e instala nuevas electroválvulas con bobinas de 24 voltios de corriente continua, se realizo nuevo conexionado con mangueras neumáticas entre cilindros neumáticos e hidroneumáticos y electroválvulas, se realiza el cableado desde las borneras del tablero de control hacia las electroválvulas, se realiza el cableado desde el tablero de control hasta todos los fines de carrera los cables son previamente pasados por manguera corrugada como protección de los mismos, y asegurados con conectores para sujeción de mangueras.

Para una correcta protección humana y de la máquina sobre descargas eléctricas, se la aterriza preparando el suelo y realizando mediciones de resistencia para asegurarse que el suelo está dentro de valores permitidos de protección eléctrica, luego se instala una varilla de coperwell y se conecta con la carcasa y todos los componentes de la máquina.

Cada cable tiene en sus extremos numeración, terminales y borneras del tipo que se muestra en la figura 3.25, muy necesarios para los mantenimientos.

Figura 3.25 Numeración, terminales y borneras.

Al terminar el cableado e instalar todos los componentes en la máquina se procede a descargar el programa desde el computador al PLC, si se desea realizar un cambio en el programa se lo puede hacer desde el monitor de operación, por ejemplo cambiar al contador para que la máquina se detenga en otro número de piezas cortadas, se recomienda que los cambios lo realice una persona preparada o tenga el conocimiento suficiente del equipo y su funcionamiento, caso contrario se puede desconfigurar el programa ocasionando graves daños en el funcionamiento.

Se revisan y cambian rodamientos en motores, se revisan y cambian camisas y oring´s y retenedores en pistones, se cambian dispositivos mecánicos como cierra circular de corte, rueda dentada, se aumenta un contrapeso en el sistema medidor para que exista un mayor agarre entre rueda dentada y barra, se realiza un reajuste en pernos y tuercas de carcasa, se engrasan los componentes mecánicos.

Ya colocados todos los componentes y realizados los trabajos mencionados se procede a la programación del PLC utilizando el software, un computador y planos eléctricos, estos planos son ingresados en lenguaje ladder o escalera al programa y mantenerlo grabado en el computador hasta finalizar el cableado de todos los componentes eléctricos mecánicos y neumáticos de los sistemas de la máquina para poder descargarlo al controlador.

Con el programa cargado en el controlador, y todos los elementos instalados y conectados se procede a realizar las pruebas de funcionamiento y verificar los resultados.

En la figura 3.26 se puede observar la máquina cortadora de latón para forja luego de la automatización.

Figura 3.26 Máquina Cortadora de Latón para forja luego de ser automatizada.

CAPITULO IV

PRUEBAS Y RESULTADOS

4.1 FUNCIONAMIENTO DE LA CORTADORA DE LATON PARA FORJA ANTES DE LA AUTOMATIZACION.

Gran parte de las operaciones realizas anteriormente con la Cortadora de Latón para Forja se lo hacía de forma manual, es decir, el operario alimentaba de material al sistema cargador de barras, para luego colocarlas en el sistema cargador alimentador de barras, con lo cual existían riesgos productivos, físicos y técnicos que se detallan a continuación:

En el aspecto productivo no se tenían valores correctos de la cantidad de material cortado, su contador análogo original estaba dañado y fuera de funcionamiento, las piezas cortadas tenían muchas variaciones en las medidas, su rendimiento no era el óptimo. Inicialmente se tenía calculado que la cortadora de latón realizaba el corte de un bulto en un promedio de tiempo de 6 horas. Actualmente la máquina se demora en cortar lo mismo y a la misma velocidad de corte un promedio de 4 horas. Esto es porque la máquina ya no necesita de la ayuda del operador para que se alimente de material y para que complete la secuencia de funcionamiento en forma manual.

Tabla de datos

No. De bultos cortados	Tiempo	
	Antes	**Después**
1	6 horas	4 horas

Tabla 4.1 Tiempo que demora en cortar un bulto

En el aspecto físico humano al momento de cargar una nueva barra el operador tenía que realizar gran esfuerzo físico por cada barra, esta pesa aproximadamente 40.00 Kg. más o menos y para cortar un bulto de material para producir, son unas 60 barras aproximadamente, que el operador tenía que estar alimentando para que la máquina funcione correctamente, lo cual implicaba que el operador realice cada vez mayor esfuerzo físico.

En la parte técnica el funcionamiento era incompleto, no cumplía la mayoría de sus funciones, presentaba daños en gran parte del sistema eléctrico y neumático, existían fugas de aceite en el cilindro hidroneumático, fugas de aire, altas corrientes de trabajo en motores, contactos sulfatados, bobinas quemadas, cables sueltos.

4.2 FUNCIONAMIENTO DE LA CORTADORA DE LATON PARA FORJA DESPUES DE LA AUTOMATIZACION.

4.2.1 PRUEBAS Y RESULTADOS DEL PROCESO.

4.2.1.1 Pruebas Realizadas

Realizada la instalación del tablero de control, concluido el cableado eléctrico, realizados los cambios de todos los elementos de control y fuerza, y descargado el programa en el controlador para ponerlo en funcionamiento o modo run, se realizan las pruebas que consistían en revisar el funcionamiento correcto de la máquina.

Para esto se comienza por energizar la máquina, al colocar el selector de dos posiciones (manual automático) en automático, y pulsar el botón de marcha, la máquina empieza a funcionar con lo cual se puede verificar el trabajo inicial que realiza.

Se comprueba que después de descargar el programa en el PLC no realiza la secuencia correcta de trabajo, se revisa nuevamente el programa para realizar los cambios pertinentes y realizar otra prueba. El mal funcionamiento sucedió porque en el software se ingresó un programa que tenía algunos errores, se realizan los cambios necesarios en el programa para corregir los mismos con lo cual se soluciona el problema. Se revisa el corte del material comprobando que la medida del primer trozo cortado está fuera de las medidas, para solucionar este problema se calibra el corte del primer trozo realizando ajustes en el tornillo de calibración que se encuentra en la rueda dentada del sistema mecánico medidor de barras, ver figura 4.1.

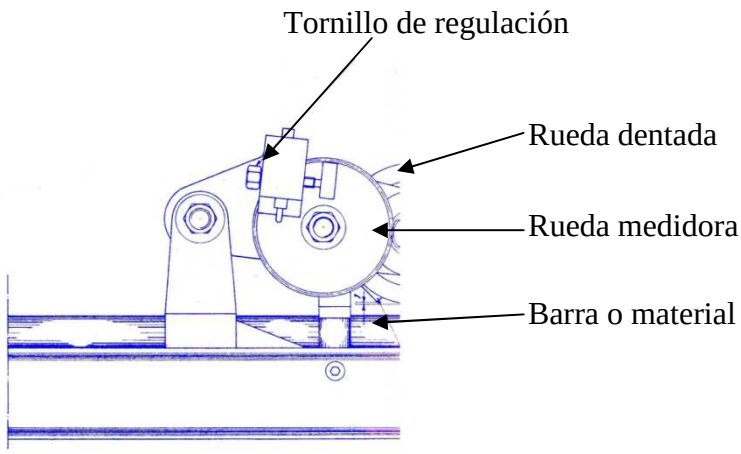


Figura 4.1 Sistema medidor de barras

Una vez calibrado surge el problema que no se mantienen constantes las medidas del primer trozo cortado de cada barra, lo que produce una pérdida de material en el primero y último cortes. Para solucionar este inconveniente se ve en la necesidad de reconstruir nuevamente la rueda dentada del sistema medidor de barra, que por el uso había sufrido desgastes en sus dientes de agarre, produciendo que la rueda resbale y no de un giro exacto para luego desactivar la señal de avance en un microswich ubicado al final del giro de la rueda dentada. Para mejorar el agarre de la rueda al material se elabora y coloca un peso sobre este sistema teniendo mejores resultados, ver figura 4.2.
El resorte que hace regresar a la rueda dentada a su posición inicial, se encontraba deteriorado, haciendo que no regrese totalmente, produciéndonos medidas incorrectas en los cortes.

Figura 4.2 Principales elementos del sistema medidor de barras.

Construidas las piezas mecánicas nuevamente se ensamblan, se calibran y se realizan nuevas pruebas, se consiguen nuevos resultados, la medida del trozo inicial ya no varía, y las pérdidas de material y dinero se reducen.

Surge otro problema cuando comienza a variar la velocidad del cabezal de corte lo que producía rotura de sierras y errores en las medidas de corte de material, la falla era que el pistón hidroneumático que hacía que suba y baje el cabezal de corte, tenía fugas de aceite hidráulico, y al descender el nivel realizaba un funcionamiento brusco al subir o bajar el cabezal de corte lo que producía desperdicio de aceite, sierras rotas, tiempo y dinero.

Para solucionar este problema se desmonta el pistón y se procede a encamisar para eliminar los desperfectos que tenían las camisas originales se cambian retenedores y empaques que por uso se habían deteriorado. Se realizan pruebas y se obtienen buenos resultados en los cortes.

Con respecto a la cantidad de material cortado ya se tiene la información certera de cuanto es lo que ha cortado la máquina ya que se le colocó un contador digital el cual coincidía al comparar los datos con los contadores de otras maquinas del mismo proceso de producción.

El espesor del disco de corte medía inicialmente un milímetro con treinta y cinco décimas de milímetro, el diámetro medía 350mm, para mejorar el proceso de producción, reducir costos en compras de sierra y reducir limalla que es considerada como perdidas, se realizan pruebas de corte disminuyendo el espesor y diámetro de la sierra, el diámetro de 350mm a 200mm, el espesor de 1.30mm. a 0.95mm.

Las características del disco de corte según el fabricante de la máquina se detallan en el ANEXO H.

4.2.1.2 Resultados Obtenidos

De los resultados obtenidos se tiene que se ha podido reducir en gran parte el esfuerzo físico del operador, la medida del primer trozo cortado ya no varía, se tiene mayor rapidez en el proceso de corte, se mantiene un movimiento constante del cabezal de corte por lo que se reduce el material de desecho, se tiene información exacta de la cantidad de material cortado información que el operador recibe por el contador digital del PLC., Se reduce el tiempo de corte de un bulto, Funcionan todos los elementos que se encontraban anteriormente deshabilitados como eran pistones, motor, microswich´s, electroválvulas.

Los resultados finales del material cortado son que se mantienen constantes las medidas de elaboración del producto.

- Se reducen perdidas de material.
- Se reduce el tiempo de producción.
- Se reduce el esfuerzo físico del operador.
- Se habilitan componentes principales de la máquina como son contador, cargabarras y arrastrabarras.

Se reducen el diámetro y espesor del disco de corte con lo se obtienen buenos resultados como son:

- Reducción del ruido al momento de corte.
- Reducción de la limalla.
- Reducción en el costo al momento de comprar o afilar la sierra.
- Aumento en el número de piezas cortadas con la misma sierra.
- Aumento de material conforme para procesar y por consiguiente aumento de ganancias.

La máquina originalmente tenía un sistema de refrigeración que en la actualidad esta deshabilitado, no es necesaria la refrigeración para el proceso de corte, ya que las barras a cortar son de bronce y la temperatura en el disco de corte no se eleva.

4.3 CONCLUSIONES

- El objetivo de este proyecto fue realizar la automatización de una máquina cortadora de latón para forja el cual se cumplió en su totalidad, de acuerdo a los alcances impuestos, obteniéndose una máquina eficiente, segura y capaz de realizar las tareas que le corresponden sin ningún problema.

- Con el mantenimiento total que se realizó a los cilindros neumáticos, motores eléctricos y piezas mecánicas, se garantiza un largo trabajo sin paradas por daños o mantenimientos correctivos ya que el resto de elementos eléctricos y mecánicos y neumáticos son totalmente nuevos, teniendo únicamente que realizar un cronograma de mantenimiento preventivo.

- El uso de cilindros neumáticos para sujetar las piezas de bronce o realizar movimientos mecánicos, ha ido reemplazando a los trabajos manuales realizados por los hombres, y es una buena solución para eliminar tiempos muertos en los procesos.

- Al implementar nuevos elementos mecánicos en el sistema medidor de barra, se logra obtener constantes medidas en los primeros cortes de cada barra, lo cual es importante cuando se habla de producción de la máquina, pues se eliminan piezas demasiado cortas que eran tomadas como producto no conforme.

- Con la automatización de la máquina se mejoran los costos de producción en dos aspectos; el primero, antes debía ser operada constantemente por dos personas lo cual ahora no es necesario y segundo que debía ser utilizada por personal con experiencia en su manejo debido a los riesgos, ahora puede ser utilizada por cualquier persona con los conocimientos y precauciones básicas de operación.

- La automatización de la Máquina Cortadora de Latón para Forja requiere una base de electrónica, electricidad, neumática, mecánica y principalmente el conocimiento del campo de aplicación en este caso el corte de metales. En este proyecto para obtener mejores resultados se ha tomado en cuenta lo mencionado anteriormente, logrando tener como resultado una máquina más eficiente y segura, que proporciona calidad de trabajo y que es un sistema seguro para el trabajador.

- Debido a que la máquina cortadora es un elemento indispensable en la fabricación de válvulas para cilindros de GLP (gas licuado de petróleo), el mejorar el funcionamiento de ésta mejora la producción, disminuye pérdidas y se obtiene eficiencia en el tiempo de producción, ya que, al ser constante el proceso ya no se tiene que parar la máquina por intervención del operador.

- Maquinas similares a estas existen en el mercado actual, pero los costos son muy elevados debido a la tecnología que poseen.

- El transporte de piezas por medio de un arrastre automático a través de un motor y poleas, hacen que el operador no tenga ningún esfuerzo físico y aumente la seguridad al tener menor contacto con la máquina.

- El PLC en las maquinarias simplifica el mantenimiento, disminuye las paradas por correcciones o cambios de dispositivos eléctricos, y una de las ventajas más importantes es que se puede tener un control y monitoreo de las acciones que se están realizando y poder llevar un registro de datos. También existe la posibilidad de crear gráficos de los diferentes parámetros eléctricos utilizando la PC un analizador industrial u otro elemento de monitoreo y control.

- El uso de elementos neumáticos es una buena alternativa para la sujeción, dar movimientos lineales con regulación de velocidad, distancias, etc, operaciones que son necesarias a nivel industrial.

- La actualización de maquinarias con tecnología hace que se eliminen defectos productivos, técnicos y humanos como ya se ha comprobado en este proyecto, aumentando los beneficios y disminuyendo las desventajas..

4.4 RECOMENDACIONES

- La Cortadora de Latón para Forja no posee secuencia de trabajo o de operación, por lo que puede ser trabajada por cualquier operador.

- Los discos de corte con los que se trabaje en la máquina deben ser de hierro templado y deben tener las medidas adecuadas en diámetro espesor y forma del diente.

- Se debe tener en cuenta que el sentido de giro del disco de corte al momento de reemplazarlo, ya que es antihorario, el operador o la persona que realiza el cambio del disco debe ubicarse frente a la máquina por donde sale el producto cortado y revisar el sentido de giro.

- Se recomienda elaborar un plan de mantenimiento preventivo basándose en los tiempos de vida útil que da el fabricante de repuestos como son rodamientos, orings, válvulas, etc. Con esto se tendrá una larga vida de trabajo para la máquina.

- Es necesario que el operador verifique semanalmente el nivel de aceite del reservorio de la unidad hidroneumática manteniendo el nivel de aceite hidráulico en lo indicado, de no ser así podrían producirse cortes bruscos y daños en discos de sierra y materia prima.

- Al iniciar el proceso de corte es necesario previamente revisar el contador de piezas y resetearlo, de no ser así la maquina no funcionara.

- Se recomienda a las empresas y talleres que están desactualizados en tecnología invertir en proyectos de automatización de máquinas y

procesos ya que con esto se mejora la producción y la calidad de sus productos, pudiendo aumentar su competitividad a nivel internacional.

- Para la operación de esta máquina es necesario que el operador utilice gafas para la protección de los ojos debido a que en el momento de corte se puede incrustar la limalla, guantes de cuero para protección de las manos al momento de manipular los lingotes para corte, botas con punta de acero para evitar el daño que se puede producir por la caída de una de las barras en los pies y pantalón jean.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Catálogo de Equipo eléctrico de las máquinas-herramientas de uso general
- Manual De La Máquina Cortadora De Latón Para Forja
- Manual de Controlador Lógico Programable Twido Soft.

PÁGINAS WEB

- www.spanishalibaba.com
- www.grupoidemet.com.mx
- www.directindustry.es
- es.wikipedia.org
- www.ideaenmetal.com
- interruptorestermomagneticosgmei20.blogspot.com
- alexanderins.blogspot.com
- www.kalipedia.com

ANEXOS

ANEXO A

DIMENSIONES PARA ANCLAJE DE LA MÁQUINA CORTADORA DE LATÓN PARA FORJA.

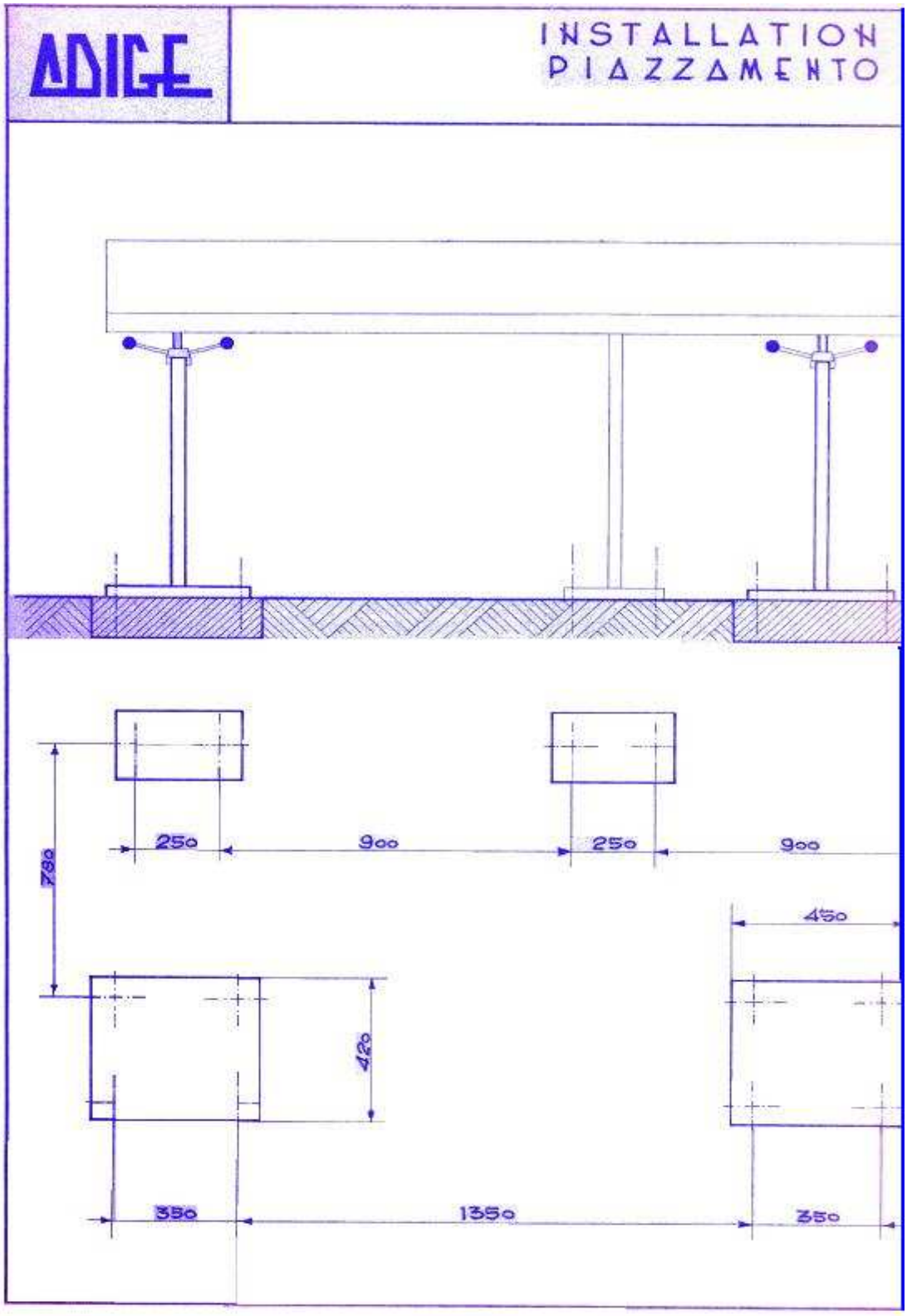


Figura A1 Dimensiones de la cortadora primera parte.

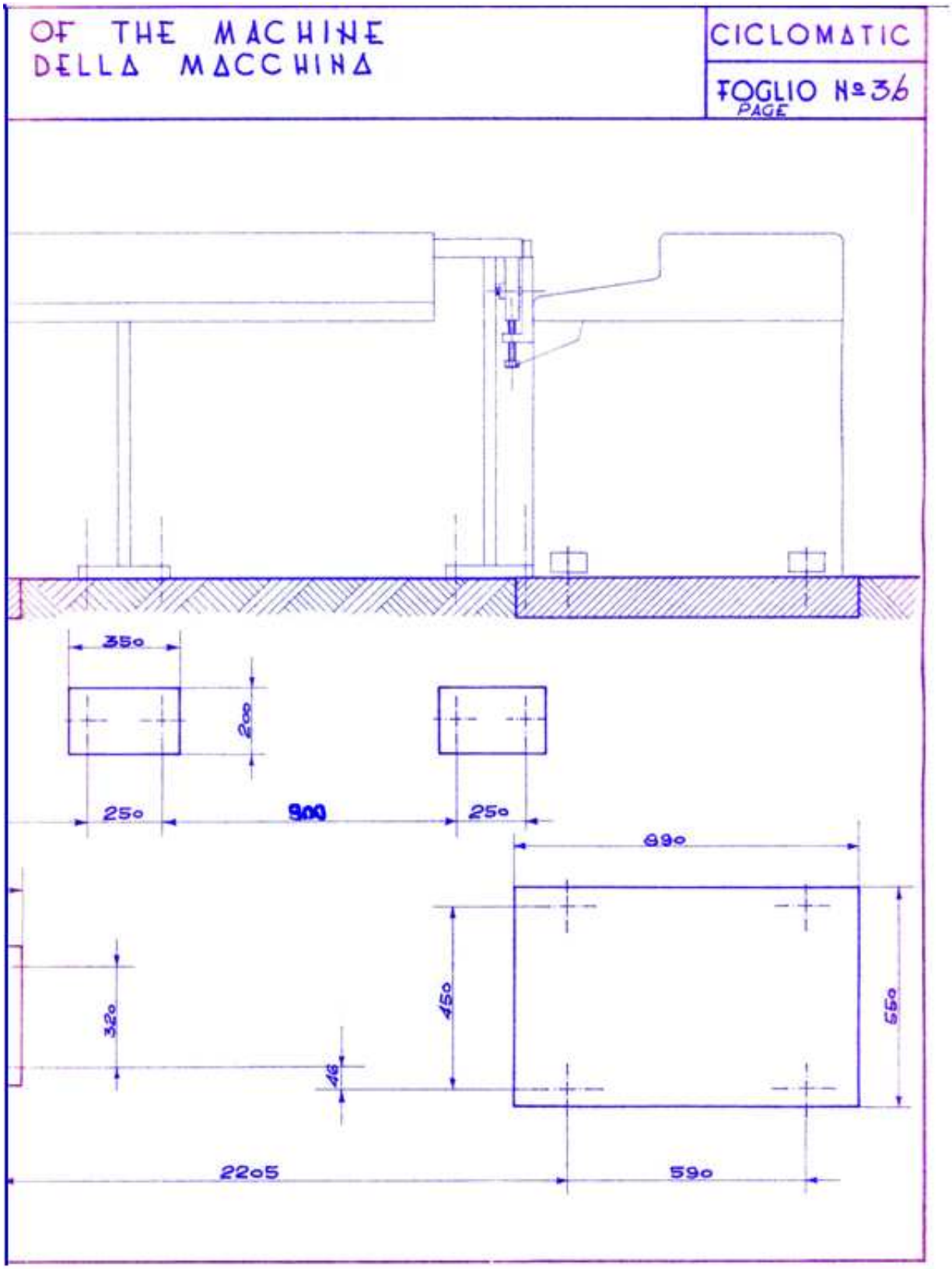


Figura A2 Dimensiones de la cortadora segunda parte.

ANEXO B

DESCRIPCIÓN ELÉCTRICA.

I contatti dei fine corsa si intendono a macchina ferma, senza materiale, nelle seguenti condizioni:

Morsa: chiusa — Carrello alimentazione: indietro

Morsetti: chiusi — Testa operatrice: sollevata

Asta caricamento: indietro

Condizione rispettata ponendo il predispositore a chiave in posizione "O"

SIMB.	DESCRIZIONE	SCHEMA CONTATTI	A MACCHINA FERMA I CONTATTI SONO:
Fc1	-posto superiormente all'unità idropneumatica -azionato al termine della corsa di ritorno della testa operatrice	29 30 34 35 6 59	chiusi aperto
Fc2	-posto entro il vano posteriore della macchina -azionato al termine della corsa di alimentazione del carrello	6 36	aperto
Fc3	-posto sulla morsa, per eccedervi togliere portina anteriore macchina -azionato dall'apertura della morsa	6 33 37 38	aperto chiuso
Fc4	-posto inferiormente sull'unità idropneumatica -azionato al termine della corsa di taglio	6 60	aperto
Fc5	-posto sulla piastra mobile riscontro carrello -azionato al termine della corsa di ritorno del carrello	6 33	chiuso
Fc6	-posto sul morsetto posteriore -azionato dalla chiusura del morsetto quando questo al termine della barra non trova materiale	8 32	aperto
Fc7a	-posto sul caricatore posteriormente -azionato al termine della corsa di caricamento barra	44 28 43 27	chiusi

Figura A3 Fines de carrera primera parte.

ADIGE

DESCRIZIONE ED AZIONAMENTO FINE CORSA

CICLOMATIC

FOGLIO N° 14

SIMB.	DESCRIZIONE	SCHEMA CONTATTI	A MACCHINA FERMA I CONTATTI SONO:
Fc7b	-posto sul caricatore posteriormente -azionato al termine della corsa di ritorno "asta di caricamento"	39 57	aperto
Fc8	-posto sul caricatore fra i rulli di alimentazione -azionato dal materiale	6 57 6 41	aperto
Fc9	-posto sul misuratore -azionato dal rullo misuratore	6 17	aperto
Fc11	-posto sul pianale di caricamento -azionato dal materiale	3 4	aperto

E' bene tenere presente che tutti i fine corsa condizionano il ciclo operativo Automatico della macchina e non hanno alcun scopo nè interferenza nel ciclo operativo Manuale.-

Figura A4 Fines de carrera segunda parte.

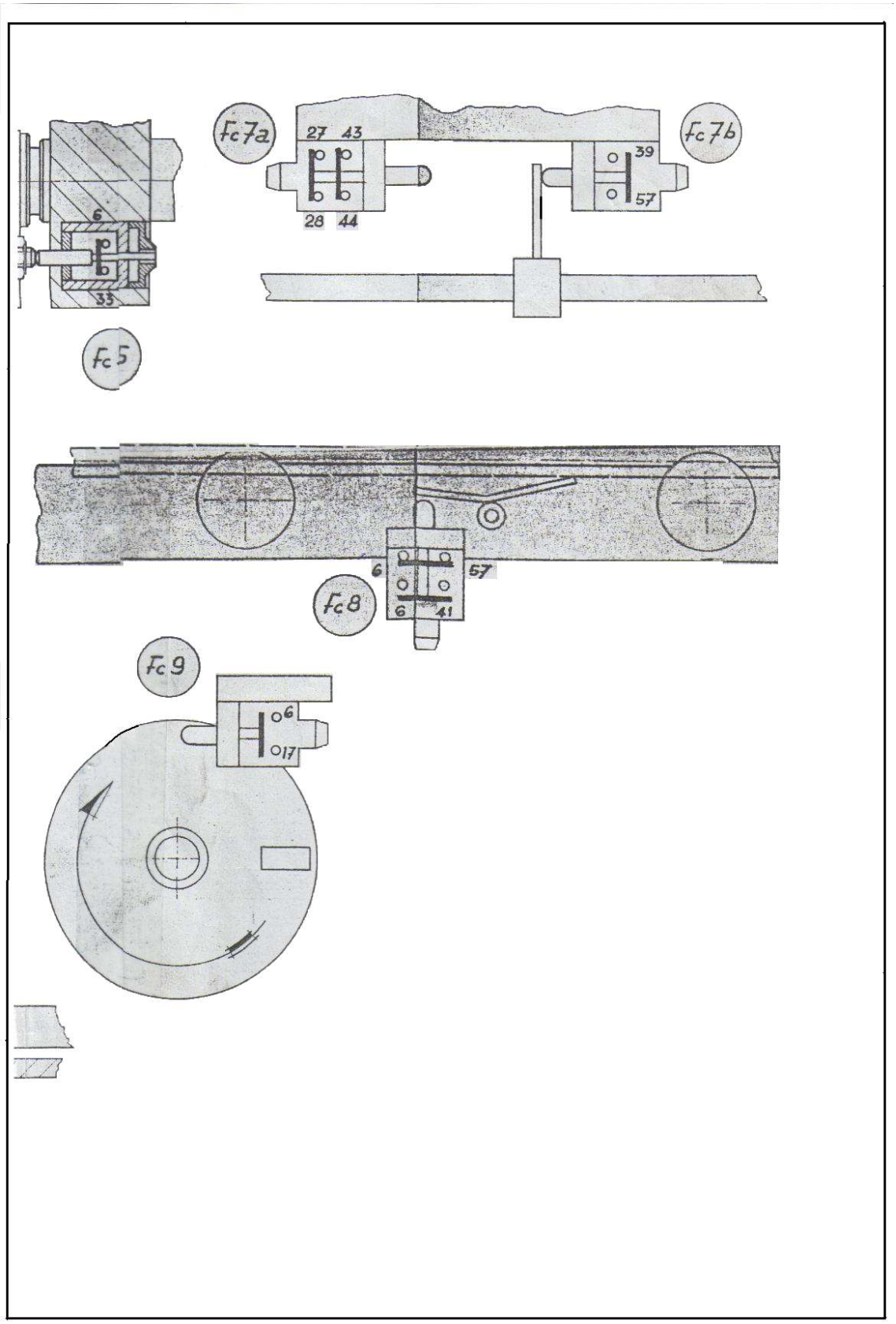


Figura A5 Fines de carrera tercera parte.

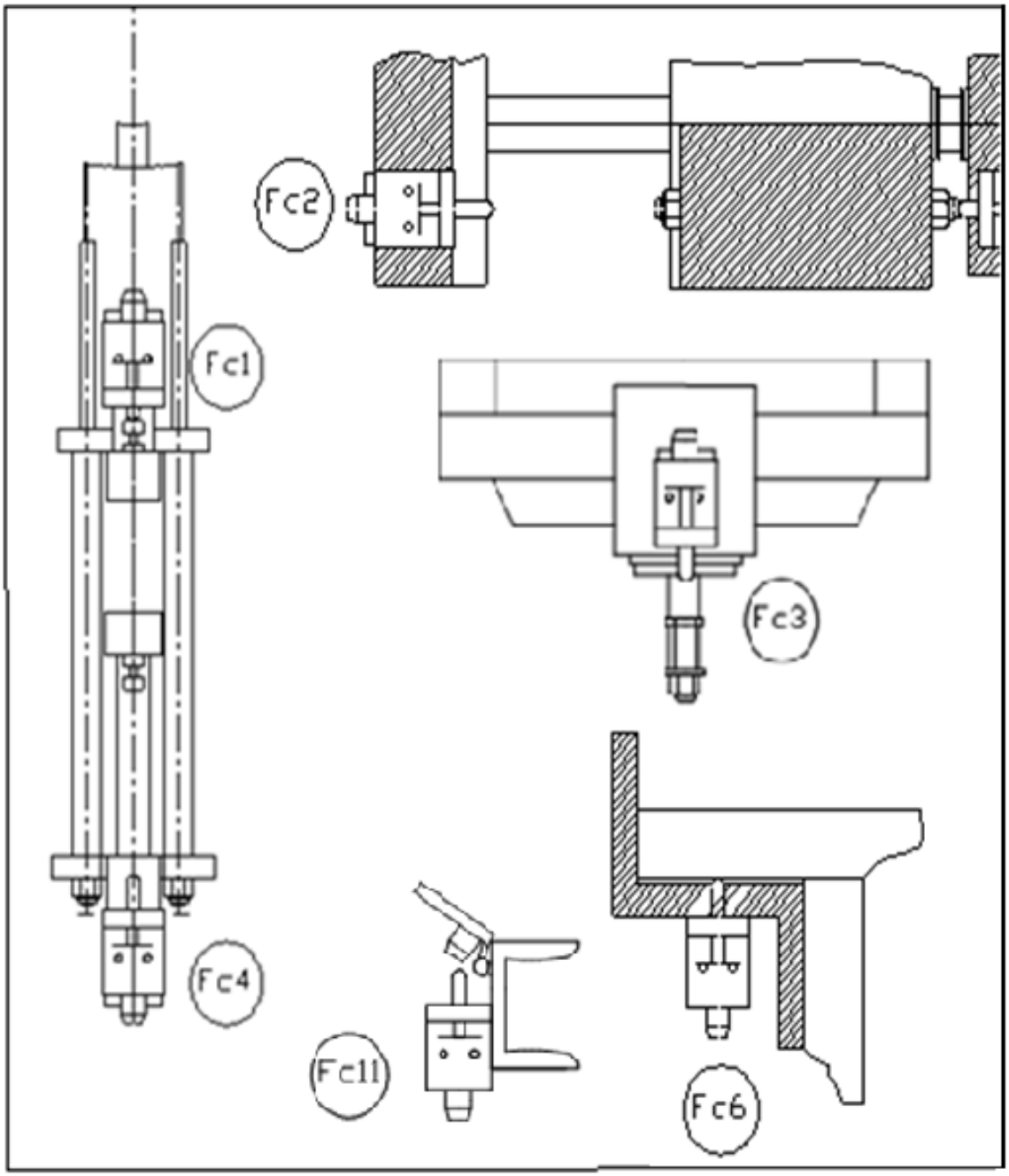


Figura A6 Fines de carrera cuarta parte.

ANEXO C

PLANOS MECÁNICOS DEL SISTEMA DE CORTE

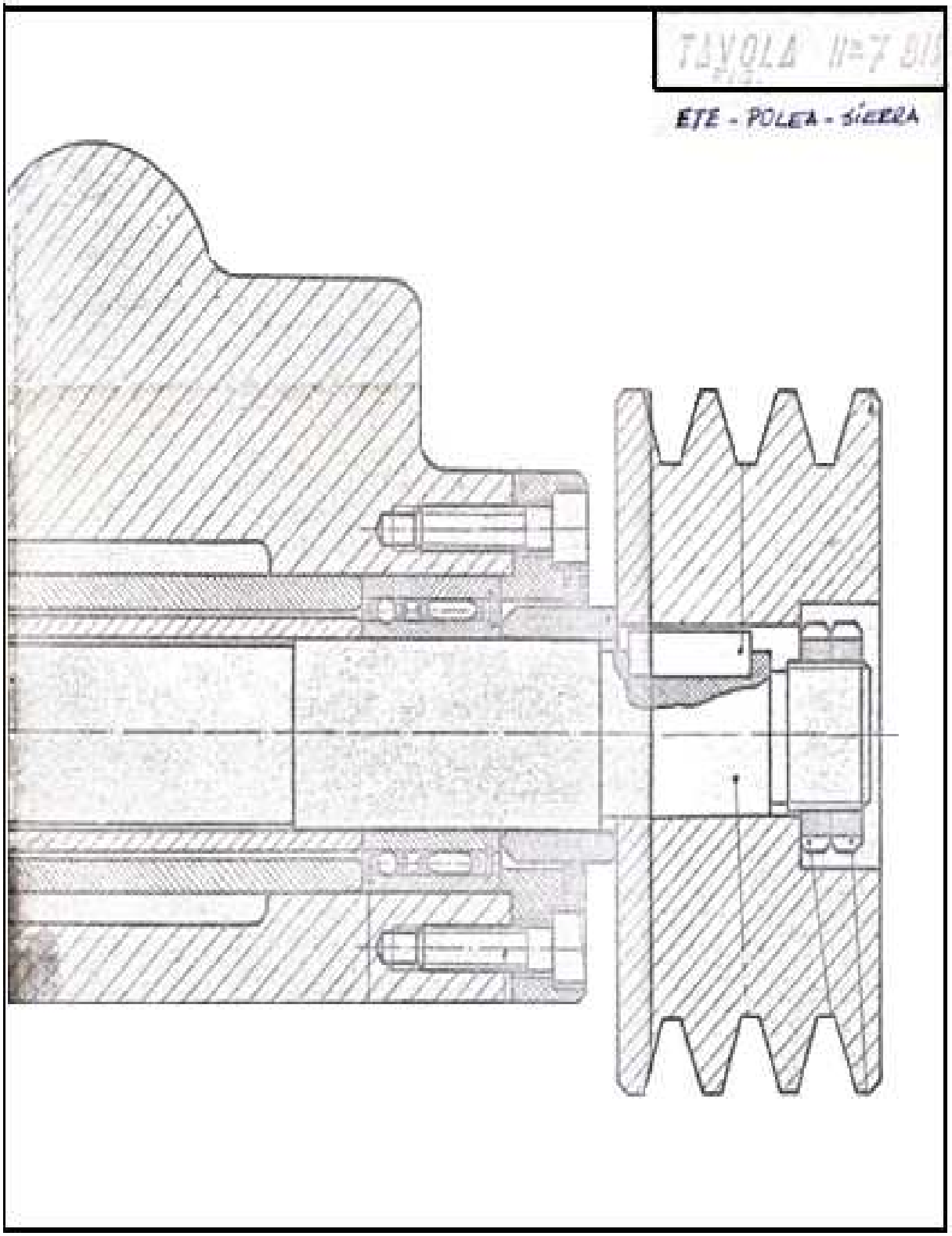


Figura A7 Planos mecánicos del sistema de corte; (eje, polea, sierra).

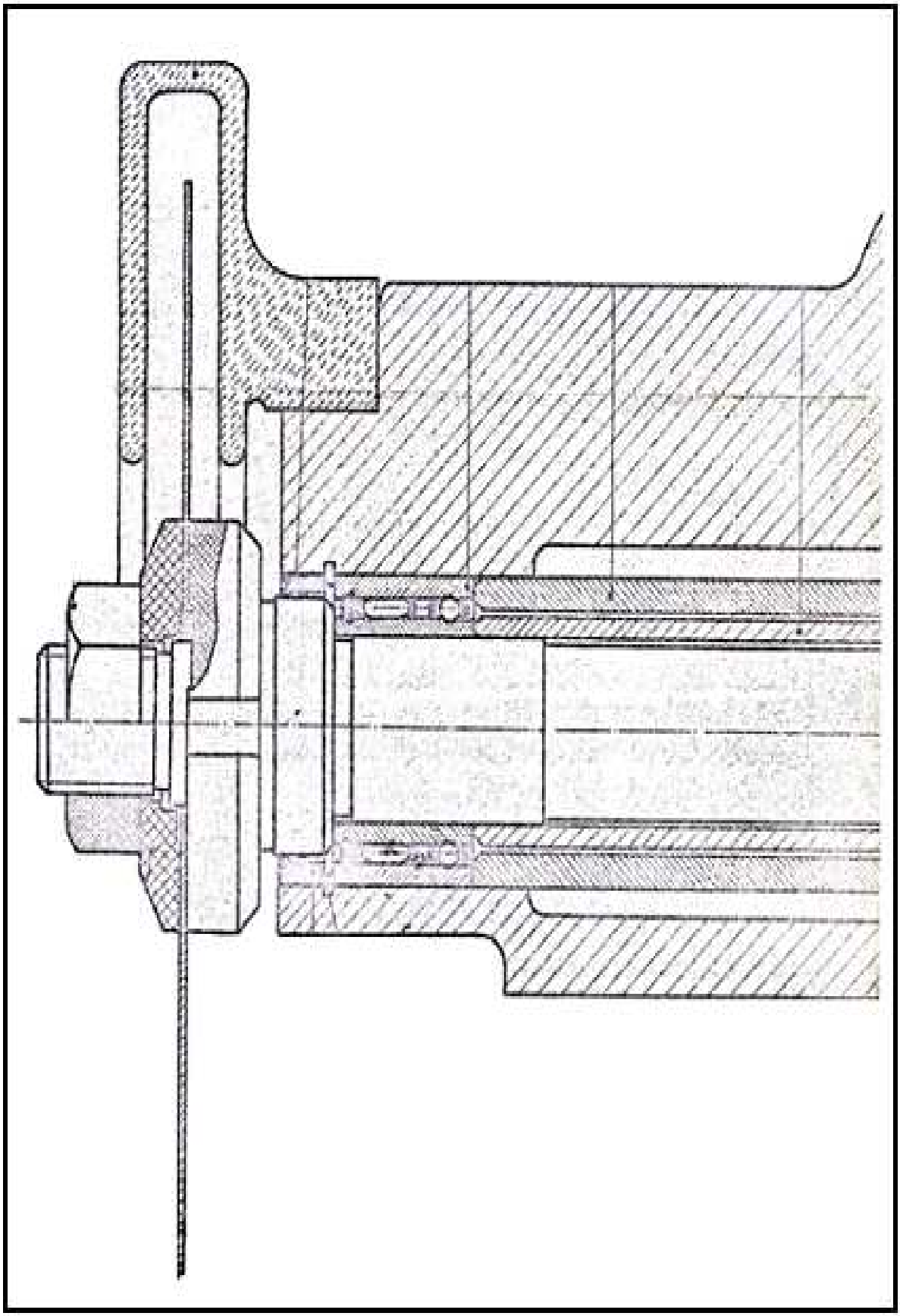


Figura A8 Planos mecánicos del sistema de corte; (disco, eje).

ANEXO D
CILINDRO HIDRONEUMÁTICO DE CORTE.

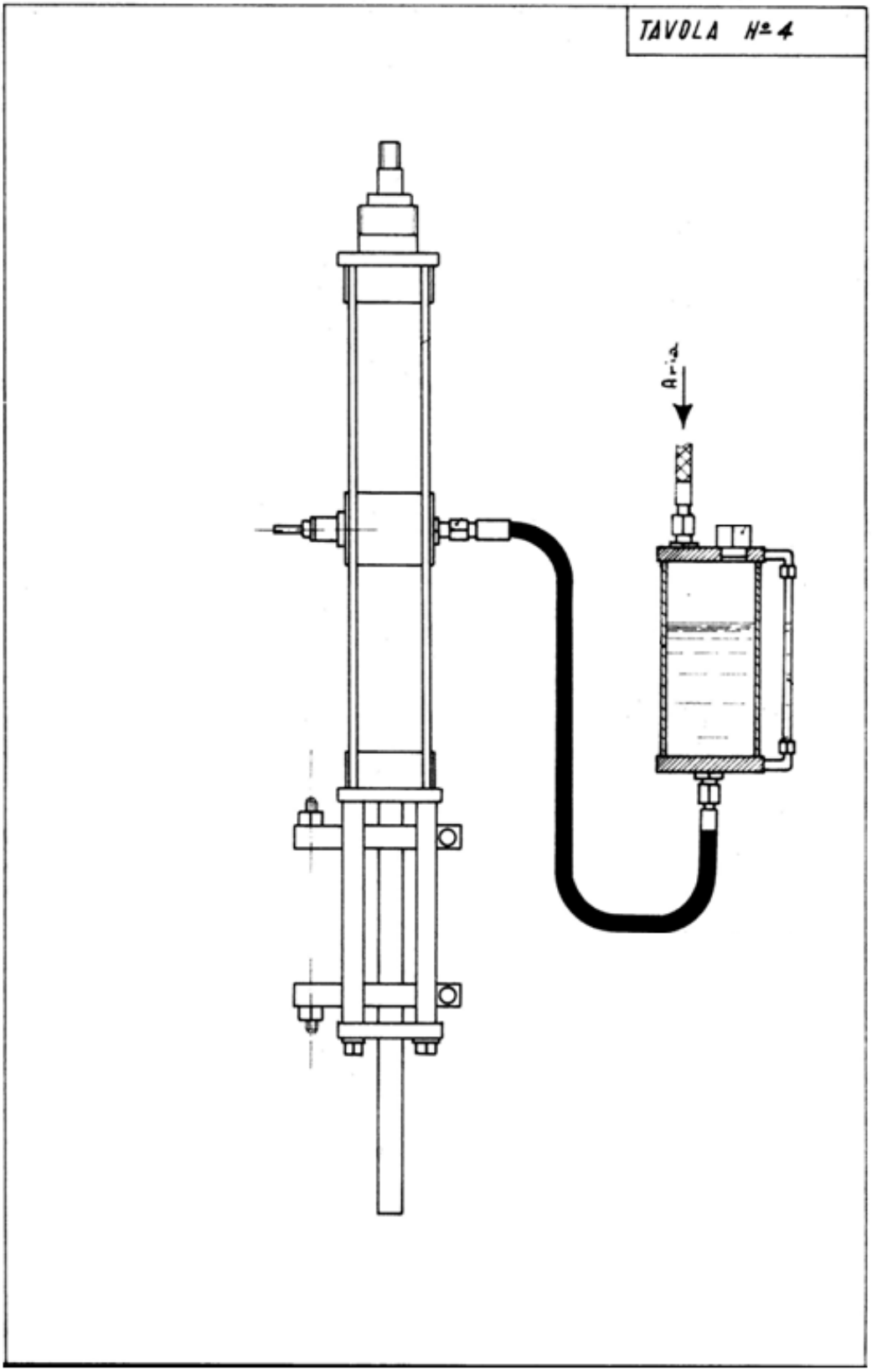


Figura A9 Cilindro hidroneumático.

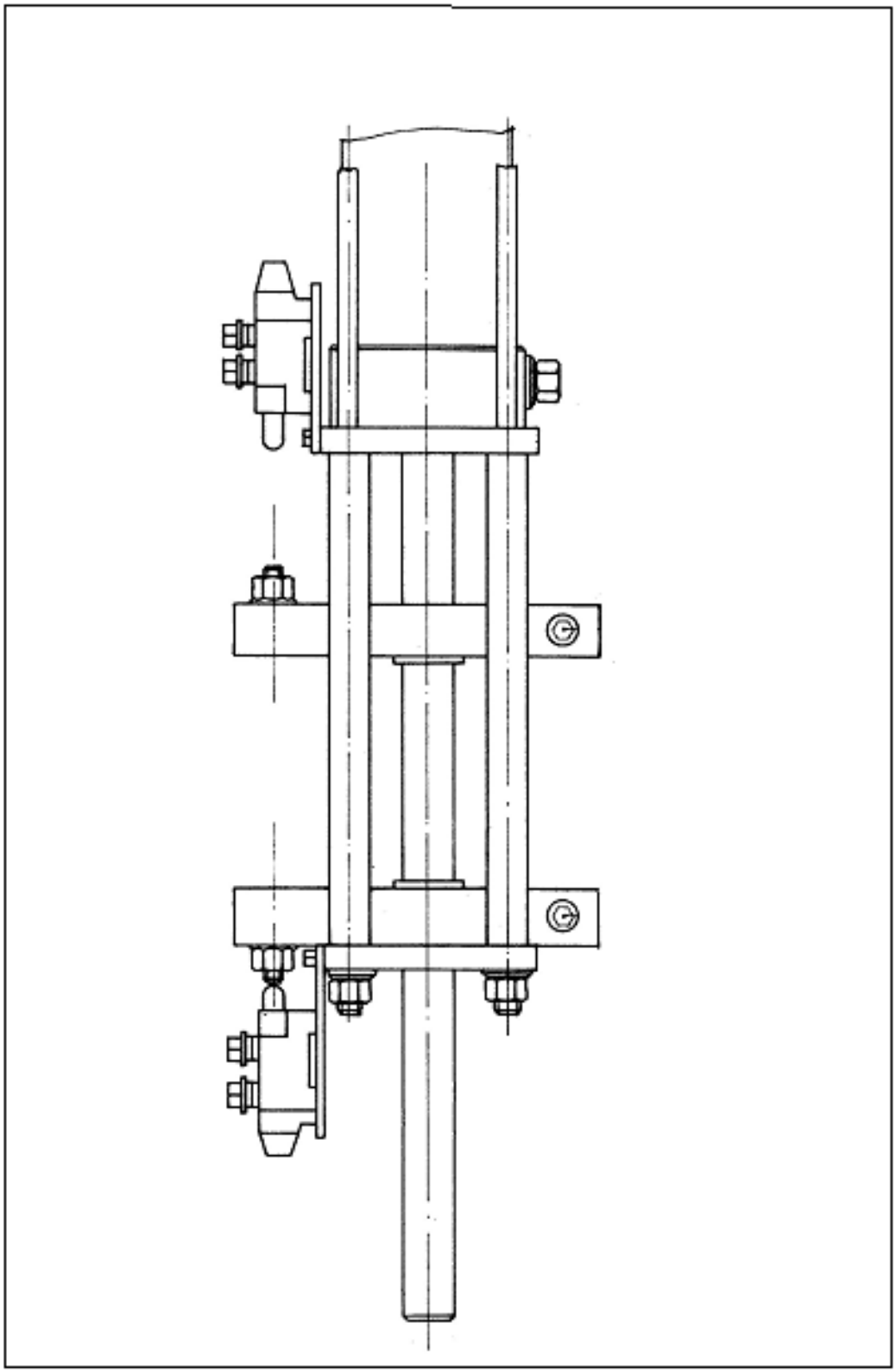


Figura A10 Sistema de accionamiento de fines de carrera.

ANEXO E

MODOS DE FUNCIONAMIENTO DEL CONTROLADOR

La figura A 11 que aparece a continuación muestra los distintos tipos de recuperación de alimentación detectados por el sistema. Si la duración del corte de corriente es inferior al tiempo de filtrado de la alimentación (unos 10 ms para el suministro de corriente alterna o 1 ms para el suministro de corriente continua), el programa no lo advierte y sigue funcionando con normalidad.

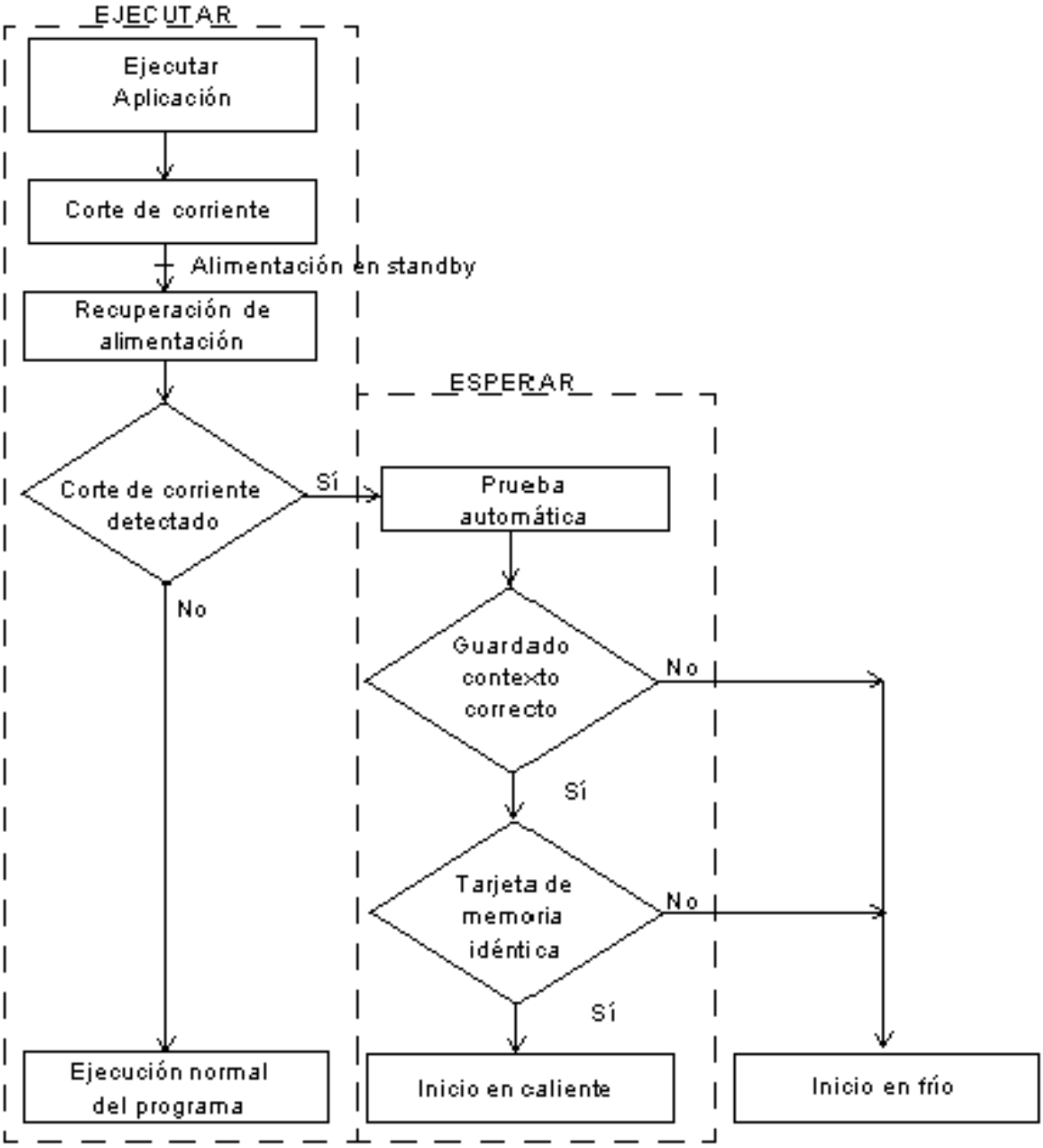


Figura A 11 Comportamiento del controlador lógico programable ante cortes de corriente y recuperación de alimentación.

ANEXO F

ESQUEMAS DE CABLEADO DEL CONTROLADOR COMPACTO Y CONTROLADOR MODULAR

Esquemas de cableado del controlador compacto.

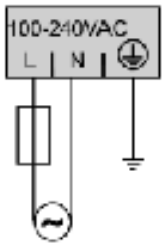


Figura A12 Cableado de la fuente de alimentación de CA.

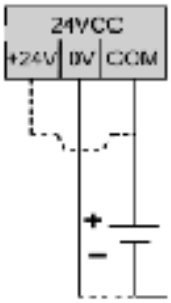


Figura A13 Cableado de la fuente de alimentación de CC.

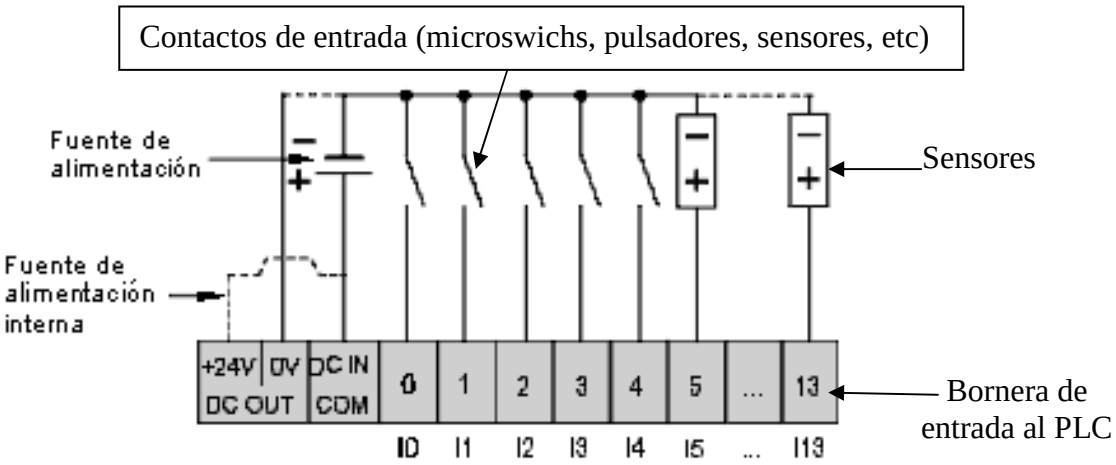


Figura A 14 Esquema de cableado de entradas de común negativo de CC.

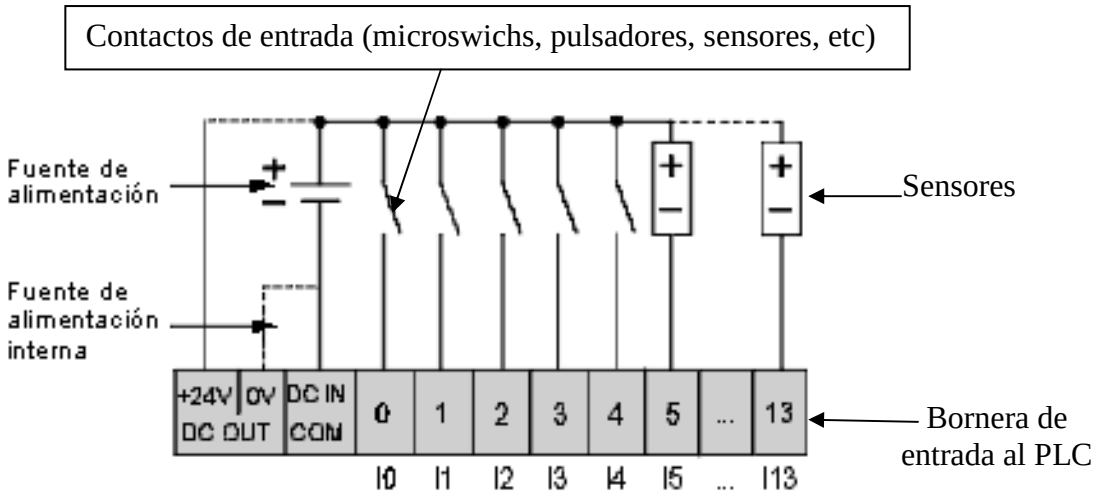


Figura A 15 Esquema de cableado de entradas de común positivo de CC.

Esquema de cableado del controlador modular.

Este esquema corresponde al módulo TWDDMM24DRF.

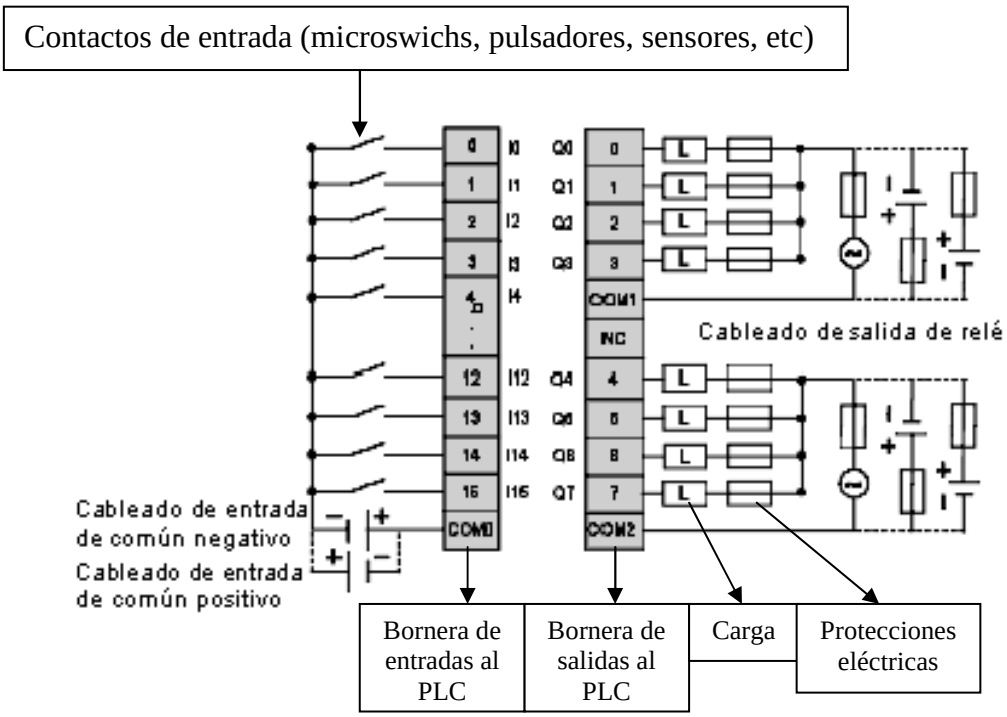


Figura A 16 Cableado del módulo de expansión.

Los terminales COM0, COM1 y COM2 no están conectados entre sí internamente.

Conecte un fusible adecuado para la carga.

ANEXO G

DIMENSIONES DE CONTROLADORES Y MODULO DE VISUALIZACION.

Este anexo contiene dimensiones de los controladores, modulo de visualización para el montaje e instalación en el tablero de control.

4.5

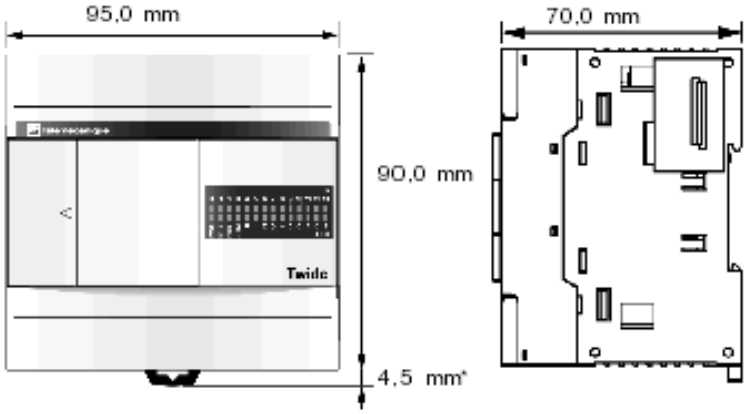


Figura A 17 Dimensiones del controlador compacto.

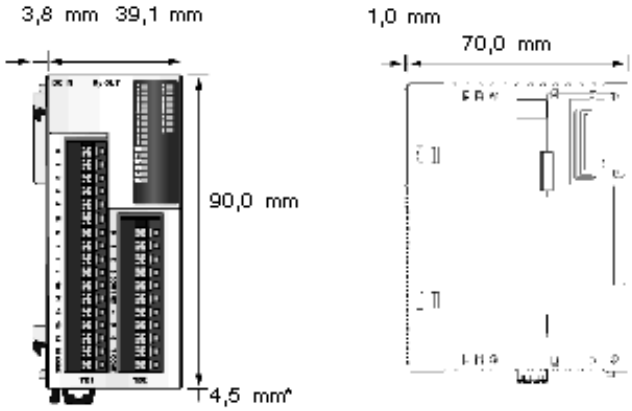


Figura A 18 Dimensiones de los controladores modulares

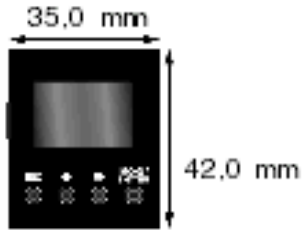


Figura A 19 Dimensiones De Los Módulos De Visualización Del Operador.

DISTANCIAS MÍNIMAS PARA CONTROLADORES Y MÓDULOS DE AMPLIACIÓN EN UN PANEL DE CONTROL

Para poder mantener una circulación natural de aire alrededor del controlador compacto y de los módulos de ampliación en un panel de control, se debe tener en cuenta las distancias mínimas indicadas en las figuras A 21 y A 22.

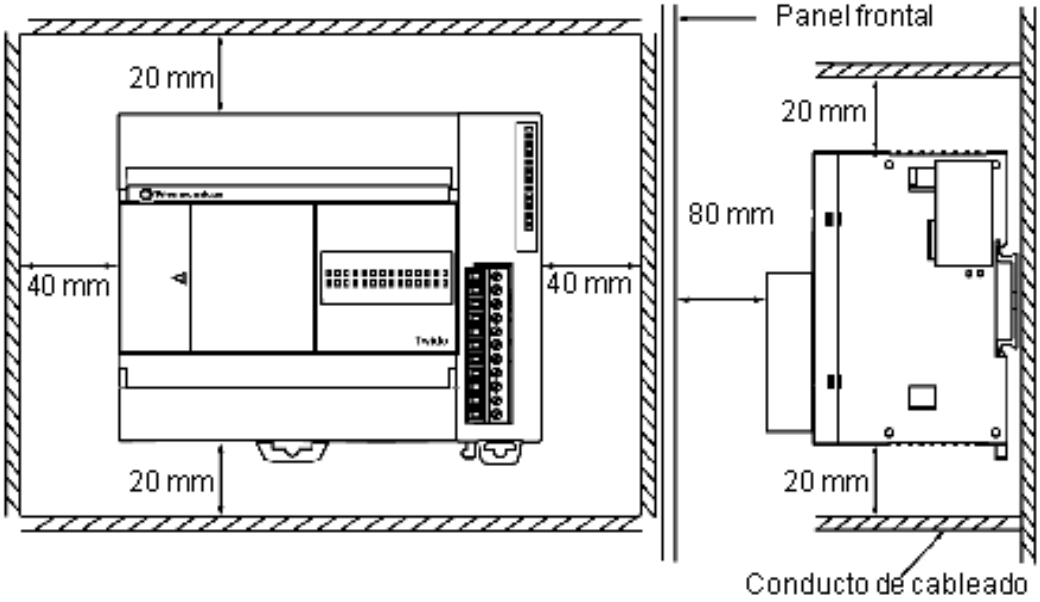


Figura A 20 Distancias mínimas para un controlador compacto.

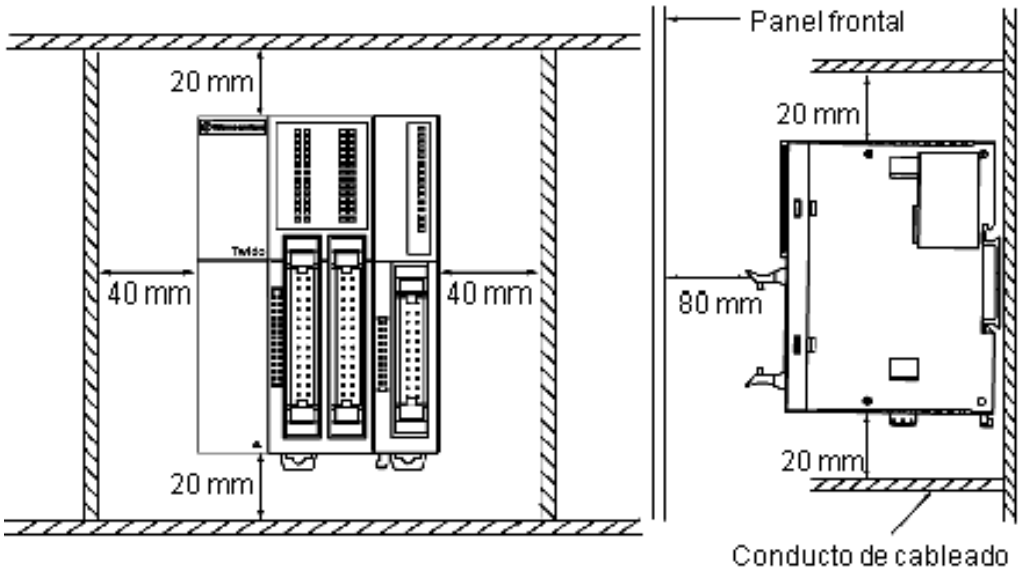


Figura A 21 Distancias mínimas para un controlador modular y módulos de ampliación de E/S.

INSTALACIÓN DE LOS MÓDULOS DE AMPLIACIÓN Y DE MONITOR DE OPERACIÓN

En este anexo se muestra cómo instalar y desinstalar el módulo de visualización del operador.

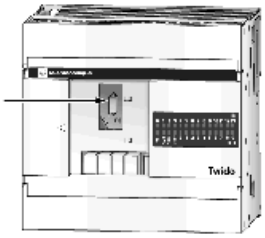
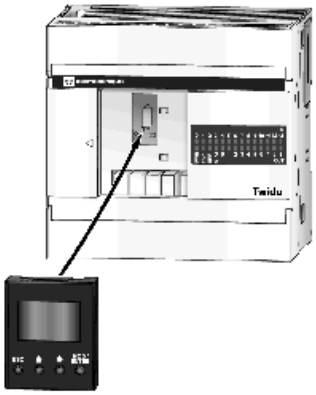
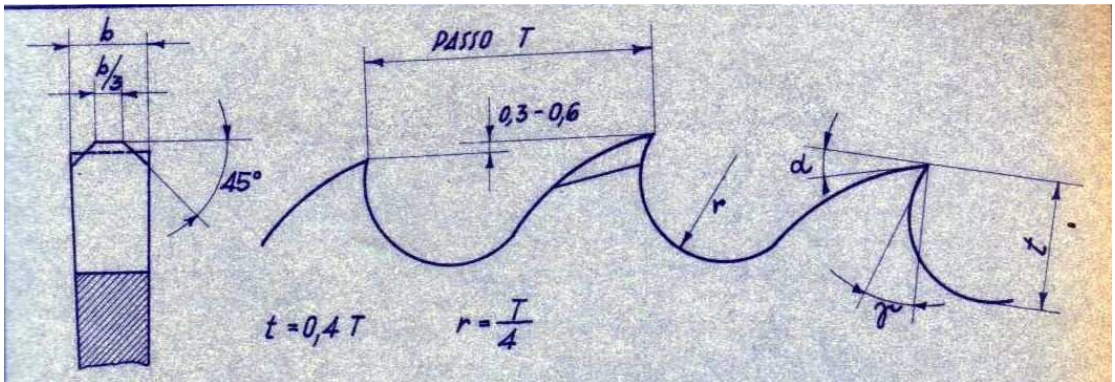
Paso	Acción
1	Extraer la cubierta del conector de visualización del operador del controlador compacto.
2	Localizar el conector de visualización del operador en el controlador compacto. 
3	Introducir el módulo de visualización del operador en el conector de visualización del operador del controlador compacto hasta oír un "clic". 

Tabla A 1 Instalación del modulo de visualización en un controlador.

ANEXO H

CARACTERÍSTICAS DEL DISCO DE CORTE



ANGOLI DI SPOGLIA PER I SEGUENTI MATERIALI							
MATERIALI SIMBOLO U.N.I.	RESISTENZA Kg/mm²	α°	γ°	LEGHE	RESISTENZA Kg/mm²	α°	γ°
A 00 - C 10		8	20	ALLUMINIO		10	25
C 10	35 ÷ 45	8	20	RAME		10	20
C 15	40 ÷ 50	8	18	OTTONE		8	12
C 20	45 ÷ 55	8	18	BRONZO	60	8	12
C 30	50 ÷ 60	8	18	GHISA G 22		6	15
C 40	60 ÷ 70	8	15				

OTTONE	SEGA ϕ 150	SPOGLIA NEGATIVA − 4°	PIENI	Z = 50	TUBI NORMALI Z = 100	TUBI SOTTILI Z = 160
	SEGA ϕ 175			Z = 60		

TABELLA Nº DENTI (Z) PER SEGA ϕ 250					
	TUBO SOTTILE S = 0,025 × D	D	10 ÷ 75		
		Z	250		
	TUBO NORMALE S = 0,05 × D	D	< 30	30 ÷ 45	> 45
		Z	200	160	130
	TUBI GROSSO SPESSORE - PIENI ALLUMINIO RAME A 00 - C 10 - C 20 C 30 - C 40 - C 60 S = 0,2 × D	D	< 20	20 ÷ 40	40
		Z	100	74	64
	SAGOMATI PIENI BRONZO GHISA	D	< 25	25 ÷ 40	> 40
		Z	130	100	74

Figura A22 Características del disco de corte.