

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE INGENIERÍA

**AUTOMATIZACIÓN DE UNA MÁQUINA ENFUNDADORA
PARA GRANO SECO**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y CONTROL**

**MARCO ANTONIO CHICAIZA TAYUPANTA
WILSON PATRICIO COSTALES QUILACHAMIN**

DIRECTOR: Ing. GERMÁN CASTRO MACANCELA

Quito, ABRIL 2005

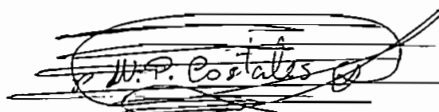
DECLARACIÓN

Nosotros, MARCO ANTONIO CHICAIZA TAYUPANTA, WILSON PATRICIO COSTALES QUILACHAMIN, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros 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 por la normatividad institucional vigente.



MARCO A. CHICAIZA T.



WILSON P. COSTALES Q.

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por MARCO ANTONIO CHICAIZA TAYUPANTA y WILSON PATRICIO COSTALES QUILACHAMIN, bajo mi supervisión.



Ing. GERMÁN CASTRO MACANCELA
DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTO

A mis padres por su amor y sacrificio.

A mis hermanas y hermanos por su ejemplo y cariño.

A mis cuñadas, cuñados, sobrinos y sobrinas por su apoyo y comprensión.

A los Ingenieros de la Politécnica Nacional por impartir sus conocimientos en mi beneficio, el de mi familia, de mi universidad y de mi país.

A mis amigos por compartir esos momentos especiales que me enseñan a ver la vida de una manera diferente.

Y mi eterno agradecimiento a Dios por ser Compañero de camino, Amigo y Padre; quien incluyó en mi vida a personas tan valiosas para que sean amigos, maestros, hermanos y padres.

Marco Antonio

AGRADECIMIENTO

A DIOS y a la SANTISIMA VIRGEN por culminar mis estudios que son alegría y orgullo para mis padres, hermanos y todas las personas que han depositado su confianza en mí; y por permitir que en este instante pueda escribir estas palabras.

A mis padres y hermanos por estar siempre juntos y compartir las alegrías, tristezas y triunfos; por darme su amor, comprensión y apoyo en todos los momentos de mi vida; y por haberme enseñado a trabajar para lograr mis objetivos y a valorar a las personas y a las cosas.

A mis maestros de jardín, escuela, colegio y de la Politécnica que han ayudado en la tarea de mi formación como persona y como profesional.

A todos mis amigos que me indican cuál es el valor de la verdadera amistad y la necesidad de compartir grandes y pequeños momentos con cada uno.

A todas las personas y amigos que han ayudado y puesto sus conocimientos para la realización de este proyecto.

WILSON

WPCQ

"GRACIAS POR BRINDARME TU MANO
ES UN IMPULSO PARA AVANZAR
GRACIAS POR BRINDARME TU ALEGRÍA,
ES CONSUELO PARA MIS TRISTEZAS"

CONTENIDO

CONTENIDO	I
PRESENTACIÓN	V
RESUMEN	VI

CAPITULO 1

1 ASPECTOS GENERALES	1
1.1 FORMAS DE CONTROL	2
1.1.1 DEFINICIÓN DE AUTOMATIZACIÓN	2
1.1.2 LAZOS DE CONTROL	2
1.2 DOSIFICADORES	5
1.2.1 DOSIFICADORES DE SÓLIDOS SECOS Y SÓLIDOS EN POLVO	6
1.3 TÉCNICAS DE PONDERACIÓN	10
1.4 TÉCNICAS DE SOLDADO DE LOS PLÁSTICO	11
1.4.1 SOLDADURA POR FUSIÓN	11
1.4.2 SOLDADURA CON MATERIAL DE APORTACIÓN	13
1.4.3 SOLDADURA POR ALTA FRECUENCIA Y PULSOS CALORÍFICOS	13
1.5 TÉCNICAS DE CORTE DE LOS PLÁSTICOS	14
1.5.1 CORTE CON LÁSER	14
1.5.2 CORTE CON FRACTURA INDUCIDA	15
1.5.3 CORTE TÉRMICO	15
1.5.4 CORTE HIDRODINÁMICO	15
1.6 MATERIALES APTOS PARA EL CONTACTO CON ALIMENTOS	16
1.6.1 CRITERIOS GENERALES DE ENVASES Y MAQUINARIAS	16
1.6.2 REQUISITOS BÁSICOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS MATERIALES	17
1.6.3 ACEROS INOXIDABLES	17
1.6.4 POLÍMEROS	19
1.6.5 POLIETILENO	24
1.7 PRINCIPIOS BÁSICOS DEL DISEÑO DE EQUIPOS PARA LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS	25

CAPITULO 2

2 DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA ENFUNDADORA SECA	27
--	----

2.1	ANÁLISIS DE LA MÁQUINA A AUTOMATIZAR.....	27
2.1.1	<i>ESTRUCTURA DE LA EMPACADORA.....</i>	27
2.1.2	<i>ANÁLISIS DE LAS FUENTES DE ALIMENTACIÓN DE VOLTAJE UTILIZADAS.....</i>	31
2.1.3	<i>MODO DE OPERACIÓN (CÓMO FUNCIONA LA MÁQUINA)</i>	32
2.2	PLANTEAMIENTOS DEL FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA A AUTOMATIZAR.....	33
2.3	ADECUACIÓN DE LA PARTE MECÁNICA.....	34
2.3.1	<i>COMPONENTES BÁSICOS DE LOS SISTEMAS MECÁNICOS.....</i>	36
2.3.2	<i>SISTEMA DE FORMACIÓN DE FUNDAS.....</i>	38
2.3.3	<i>SISTEMA DE ARRASTRE DE LA LÁMINA DE POLIETILENO.....</i>	41
2.3.4	<i>SISTEMA DE PONDERACIÓN.....</i>	42
2.4	IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO	44
2.4.1	<i>ARMARIO ELÉCTRICO DE POTENCIA.....</i>	44
2.5	PANEL PRINCIPAL, CAJA ELÉCTRICA Y PANEL AUXILIAR DE CONTROL	45
2.6	SISTEMA NEUMÁTICO.....	46
2.6.1	<i>ELECTROVÁLVULA DE VOLTAJE AC Y CILINDROS NEUMÁTICOS.....</i>	48
2.6.2	<i>ELECTROVÁLVULA DE VOLTAJE DC Y CILINDROS NEUMÁTICOS</i>	48

CAPITULO 3

3	AUTOMATIZACIÓN DE LA MÁQUINA PARA ENFUNDADO DE GRANO	49
3.1	SISTEMA GENERAL DE CONTROL DE LA ENFUNDADORA	50
3.2	CONJUNTO DE FORMACIÓN DE FUNDAS.....	53
3.2.1	<i>LÓGICA DE FUNCIONAMIENTO DEL CONJUNTO DE FORMACIÓN DE FUNDAS.....</i>	53
3.2.2	<i>DISEÑO DE LOS CIRCUITOS DEL CONJUNTO DE FORMACIÓN DE FUNDAS.....</i>	58
3.2.3	<i>PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR DE LA TARJETA CENTRAL DE FORMACIÓN DE FUNDAS.....</i>	63
3.2.4	<i>COMPONENTES DEL HARDWARE DEL CONJUNTO DE FORMACIÓN DE FUNDAS.....</i>	72
3.3	CONJUNTO DE PONDERACIÓN	82

3.3.1	LÓGICA DE FUNCIONAMIENTO DEL CONJUNTO DE PONDERACIÓN.....	82
3.3.2	DISEÑO DE LOS CIRCUITOS DEL CONJUNTO DE PONDERACIÓN.....	87
3.3.3	PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR DE LA TARJETA CENTRAL DE PONDERACIÓN.....	91
3.3.4	COMPONENTES DEL HARDWARE DEL CONJUNTO DE PONDERACIÓN.....	96

CAPITULO 4

4	DESARROLLO DEL HMI PARA EL CONTROL.....	105
4.1	HMI (HUMAN MACHINE INTERFACE).....	105
4.1.1	LÓGICA DE FUNCIONAMIENTO DEL CONJUNTO DE INGRESO Y VISUALIZACIÓN DE DATOS.....	107
4.2	CONJUNTO DE INGRESO Y VISUALIZACIÓN DE DATOS.....	111
4.2.1	DISEÑO DE LOS CIRCUITOS DEL SISTEMA DE CONTROL.....	111
4.2.2	PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR PARA EL CONJUNTO DE INGRESO Y VISUALIZACIÓN DE DATOS.....	114
4.2.3	HARDWARE DEL CONJUNTO DE INGRESO Y VISUALIZACIÓN DE DATOS.....	123
4.3	ENFUN_2004.....	127
4.3.1	PANTALLAS DE INICIO Y PRESENTACIÓN DE PROYECTO.....	129
4.3.2	PANTALLA DE DATOS PARA EL CONTROL.....	130
4.3.3	PROGRAMACIÓN EN VISUAL BASIC PARA EL ENFUND 2004.....	135
4.4	COMUNICACIÓN ENTRE MICROCONTROLADORES Y EL COMPUTADOR.....	139
4.4.1	COMUNICACIÓN ENTRE MICROCONTROLADORES.....	139
4.4.2	COMUNICACIÓN ENTRE EL MICROCONTROLADOR Y EL COMPUTADOR.....	144

CAPITULO 5

5	PRUEBAS Y RENDIMIENTO DE LA ENFUNDADORA.....	145
5.1	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA.....	146
5.1.1	TEMPERATURA DE SOLDADO.....	146
5.1.2	TAMAÑO DE LA FUNDA.....	148
5.1.3	VERIFICACIÓN DEL PESO ENFUNDADO.....	149

5.1.4	<i>ANÁLISIS DE RESULTADOS</i>	156
5.2	RENDIMIENTO DE LA ENFUNDADORA	156
5.2.1	<i>RENDIMIENTO DE LA ENFUNDADORA SIN AUTOMATIZAR</i>	161
5.2.2	<i>RENDIMIENTO DE LA ENFUNDADORA AUTOMATIZADA</i>	163

CAPITULO 6

6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	166
6.1	CONCLUSIONES	167
6.2	RECOMENDACIONES	169

GLOSARIO	172
----------------	-----

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	174
---------------------------------	-----

ANEXOS

ANEXO A

- > *DIAGRAMAS DE FLUJO DE LOS PROGRAMAS IMPLEMENTADOS*

ANEXO B

- > *PROGRAMA "ENFUND 2004"*

ANEXO C

- > *PROTECCIONES Y FUENTES*

ANEXO D

- > *HOJA DE ESPECIFICACIONES DEL AD598*

ANEXO E

- > *HOJA DE ESPECIFICACIONES DEL LM-35*

ANEXO F

- > *HOJA DE INSTRUCCIONES PARA EL LCD*

ANEXO G

- > *DIAGRAMAS DE CONEXIONES DE LA MÁQUINA*

ANEXO H

- > *IMPRESOS DE LAS TARJETAS.*

ANEXO I

GRÁFICAS DE UNA CARGA INDUCTIVA MANEJADA CON TRIACS.

PRESENTACIÓN

La industria ecuatoriana para presentar sus productos de una manera higiénica y comercial necesita maquinarias que ayuden al enfundado; además, requiere aumentar las utilidades disminuyendo tiempos innecesarios y minimizando gastos en producción. Para cumplir estos propósitos se tienen como alternativas comprar equipos nuevos o automatizar los ya existentes.

Debido a los costos de las máquinas nuevas, se tienen que desarrollar técnicas y estructuras que mejoren el funcionamiento de los aparatos, manteniendo la fiabilidad y disminuyendo la inversión que debe realizar la empresa. Esto se debería aprovechar principalmente por la pequeña y mediana industria para mantener la competitividad.

El propósito de este trabajo es automatizar una enfundadora para grano seco en base a microcontroladores, siendo una alternativa económica y eficaz para generar mayor producción y mejorar la presentación de los productos.

RESUMEN

El presente trabajo describe la automatización realizada a una enfundadora de grano seco del laboratorio de Control de Procesos de la Escuela Politécnica Nacional.

Para la automatización se realizaron adecuaciones electro-mecánicas y se implementó un sistema de control que mejora el funcionamiento de la máquina.

El sistema de control general está dividido en módulos, a cada uno se asigna una determinada función que es controlada por un PIC y ejecutada por elementos mecánicos, neumáticos, eléctricos y electrónicos.

Para la visualización del funcionamiento de la máquina, el ingreso de datos y órdenes de operación se desarrolla un sistema debidamente estructurado, inteligente, eficaz y práctico que permite ingresar y visualizar los valores de las variables, ejecutar funciones y ver el estado del prototipo de una manera fácil, amigable y rápida.

Para fundamentar el proyecto, en el capítulo 1 se detallan los conceptos básicos relacionados con materiales que están en contacto con el grano; además, se describen varias técnicas de ponderación, soldado y corte del plástico.

En la aplicación de la automatización es necesario que el funcionamiento mecánico sea adecuado, por lo cual, se hace el estudio del estado de las partes eléctricas y mecánicas de la máquina, para realizar ajustes o cambios de acuerdo con los requerimientos del prototipo, como se explica en el Capítulo 2.

La lógica de operación para la formación de las fundas y la ponderación del producto se desarrolla en el capítulo 3. También se presenta el diseño del *software* y *hardware* que permitan ejecutar las tareas encomendadas.

El sistema de ingreso y visualización de datos está conformado por un panel de control y un paquete computacional, los cuales manejan una misma lógica de funcionamiento como se indica en el capítulo 4; contiene, además, la explicación del diseño de los componentes del sistema.

En el capítulo 5, se presentan las pruebas y el rendimiento ideal de la máquina. Para finalizar se exponen las conclusiones y recomendaciones en el capítulo 6.

Con la automatización se busca incrementar la utilidad, la misma que permita ampliar la industria y mejorar las condiciones de vida de los empleados. Además, mejorar la producción, disminuir errores y hacer más segura la operación de la máquina. En algunos casos automatizar una máquina resulta más conveniente que comprar una nueva, por los elevados costos que representa la adquisición y el tiempo de recuperación de la inversión.

La automatización para la máquina enfundadora de grano seco, es una muestra de la ingeniería que se realiza en el Ecuador.

CAPÍTULO 1

1. ASPECTOS GENERALES

INTRODUCCIÓN

Este capítulo contiene conceptos básicos que han sido utilizados para fundamentar la automatización en la máquina enfundadora de grano seco.

1.1 FORMAS DE CONTROL

1.1.1 DEFINICIÓN DE AUTOMATIZACIÓN

La Real Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales define la Automática como *"el estudio de los métodos y procedimientos cuya finalidad es la sustitución del operador humano por un operador artificial en la generación de una tarea física o mental previamente grabada."*^[1]

La Automatización de procesos se emplea fundamentalmente para reducir el costo de los procesos industriales, lo que compensa con creces la inversión en equipo de control. Además hay muchas ganancias intangibles, como por ejemplo la eliminación de mano de obra pasiva, la cual provoca una demanda equivalente de trabajo especializado. La eliminación de errores es otra contribución positiva del uso de la automatización.

1.1.2 LAZOS DE CONTROL

Existen cuatro elementos básicos en cualquier lazo de control: los procesos, controladores, actuadores y sensores.

El proceso consiste en el tratamiento del material mediante una serie de operaciones específicas (controladas) destinadas a llevar a cabo su transformación. Los tipos de procesos encontrados en las plantas industriales son tan variados como los materiales que producen. Estos pueden ser simples como los lazos que controlan caudal, hasta grandes y complejos como los que controlan columnas de destilación en la industria petroquímica.

^[1] ROMERA, J. Pedro; LORITE, J. Antonio; MONTORO, Sebastián. Automatización: Problemas Resueltos con Automatas Programables. pag 5. 3ra edición. 2000.

El controlador compara la variable a tratar con un valor deseado y ejerce una acción correctiva de acuerdo con la desviación.

El actuador es el elemento final de control que en respuesta a la señal de corrección del error generada por el controlador actúa sobre la variable o elemento final del proceso. A menudo éste es algún tipo de válvula, pero puede ser además un regulador de velocidad de motor, posicionador, relé de estado sólido, entre otros.

El último elemento del lazo son los sensores, los cuales están en contacto con la variable y utilizan o absorben energía del medio controlado para dar al sistema de medición una indicación en respuesta a la variación de la variable controlada. Mediante circuitos de acondicionamiento se tienen los valores de la variable en señales de voltaje o de corriente. Los sensores pueden ser de tipo discreto como un elemento final de carrera o de tipo analógico como los sensores inductivos (LVDT), capacitivos, resistivos (LM-35), entre otros.

Hay dos formas básicas de realizar el control de un proceso industrial:

- Control en lazo abierto
- Control en lazo cerrado

1.1.2.1 Control en Lazo Abierto

Este tipo de control se caracteriza porque la información que se procesa circula en una sola dirección, desde el controlador al proceso. El controlador toma decisiones y no recibe ninguna señal que confirme la acción realizada por los actuadores en el proceso, ni tampoco se conoce si se ha ejecutado correctamente dicha

acción. El diagrama de bloques de un control en lazo abierto se muestra en la Figura 1.1.

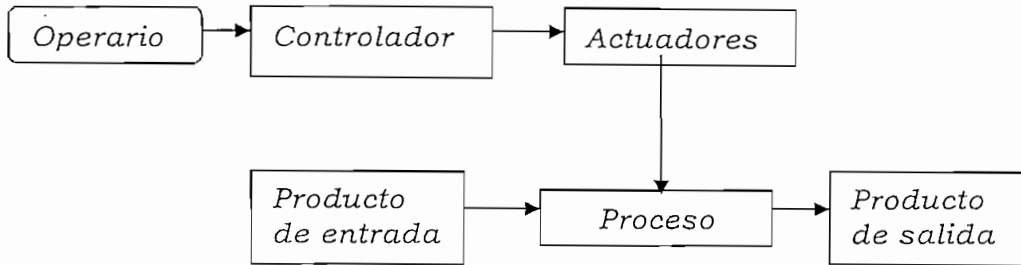


Figura 1-1.- Diagrama de bloques de un control en lazo abierto

1.1.2.2 Control en Lazo Cerrado

El control en lazo cerrado, se caracteriza porque existe una realimentación a través de elementos de entrada (sensores) desde el proceso hacia el controlador, que permite a este último conocer si las acciones ordenadas a los actuadores se han realizado correctamente. El diagrama de bloques del control en lazo cerrado se indica en la figura 1.2.

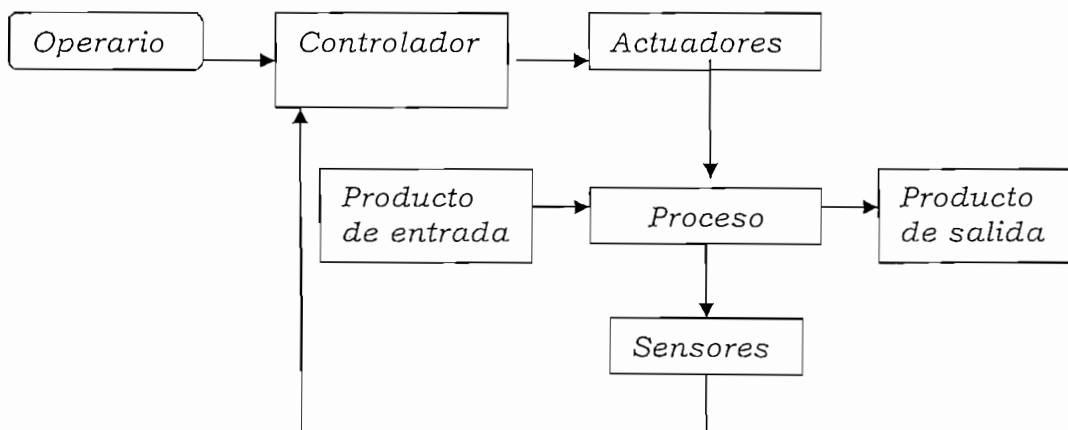


Figura 1-2.- Diagrama de bloques de un control en lazo cerrado de un proceso

1.2 DOSIFICADORES

El principio de un dosificador es controlar la concentración de los productos agregados y asegurar la mezcla homogénea en un artículo final.^[1]

Los dosificadores son mecanismos utilizados para regular el despacho de las sustancias en las diferentes etapas de un proceso, están compuestos por servomotores, motores eléctricos, electroimanes, cilindros neumáticos y reguladores. Las características de cada uno de estos componentes son distintas, de manera que modifican la distribución de los productos manejados.

Para seleccionar el dosificador adecuado se deben tener en cuenta las siguientes características:

- Naturaleza y características de la sustancia manipulada
- Precisión deseada.
- Despacho de los componentes.
- Cantidad de dosis necesaria (dinámica del despacho)
- Modo de servicio.

Se distinguen tres clases de dosificadores.

- De sólidos secos y sólidos en polvo.
- De líquido.
- De gas.

^[1] BSATA, Abdalla. Instrumentation et automation des procedes industriels, Editorial Le Griffon d'argille. Saint – Laurent.

El estudio de este tema es muy amplio por lo que se consideran a los dosificadores de sólidos secos y en polvo para adaptarlos a requerimientos de regular el despacho del producto a enfundar.

1.2.1 DOSIFICADORES DE SÓLIDOS SECOS Y SÓLIDOS EN POLVO

Los dosificadores existentes son de dos tipos: dosificadores volumétricos y dosificadores gravimétricos.

1.2.1.1 Los Dosificadores Volumétricos

Son alimentados por tolvas equipadas con un agitador de paleta para asegurar una alimentación uniforme e impedir que el producto se aglomere o se formen cúmulos y vacíos.

Los mecanismos de dosificación más conocidos y utilizados son los siguientes:

- Dosificadores de tornillo.
- Dosificadores de compuerta rotativa.
- Dosificadores de banda rodante.

La elección de un tipo de dosificador volumétrico está en función de la naturaleza de la sustancia, de su fluidez y del rango de la dosis necesaria.

La calibración de estos mecanismos deberá ser verificada periódicamente en particular si la masa volumétrica está sujeta a variaciones.

1.2.1.1.1 Dosificadores de Tornillo

La figura 1.3 es un esquema simplificado de un dosificador, el elemento principal es un tornillo situado en la parte inferior de la tolva de alimentación y que libera un volumen determinado de producto en cada vuelta.

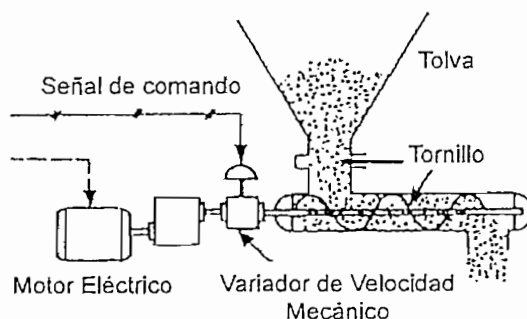


Figura 1.3.- Dosificador de tornillo

La rapidez del tornillo está dada por un sistema de reducción de velocidad (por engranajes o bandas) agregado a un motor eléctrico o por el acoplamiento del motor a un variador de velocidad. La variación de la dosificación de la sustancia actúa directamente sobre la velocidad del motor.

Este mecanismo puede estar en funcionamiento de manera intermitente o continua.

Este tipo de dosificador es el más utilizado dentro de su clase ya sean por la naturaleza de un producto o por las necesidades en la dosificación y no por la exactitud en el ingreso de la sustancia.

1.2.1.1.2 Dosificadores de Compuerta Rotativa.

La figura 1.4 ilustra la compuerta rotativa que constituye el elemento principal de este dosificador de construcción simple y

robusta, es sin embargo menos preciso que el mecanismo de tornillo.

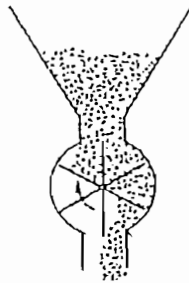


Figura 1.4.- Dosificador De Paletas

El motor está equipado con una caja reductora o con un variador de velocidad, que permite controlar el movimiento de la compuerta y el despacho del producto.

1.2.1.1.3 Dosificadores de Banda Rodante

El principio de funcionamiento del dosificador de banda o tapiz rodante está indicado en la figura 1.5; su despacho es determinado por dos parámetros, el primero haciendo variar la velocidad de la banda y el segundo modificando la cantidad de producto que pasa a la banda por la regulación de la compuerta a la salida de la tolva.

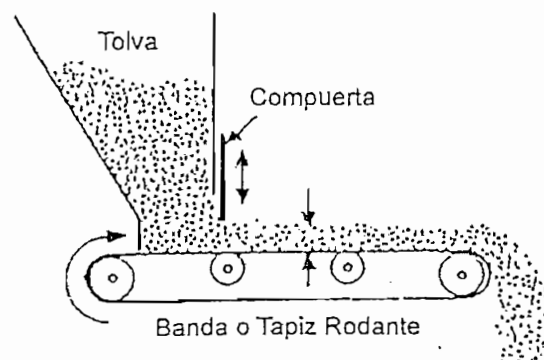


Figura 1.5.- Dosificador de banda rodante

Este dosificador relativamente simple no conviene para los sólidos de carácter fundible como el carbón activo que puede traer problemas de estancamiento.

1.2.1.2 Dosificadores Gravimétricos

Los dosificadores gravimétricos son más precisos que los volumétricos ya que la variación de masa volumétrica aparentemente no influye en la dosis de despacho; los más utilizados son:

- Dosificadores de banda
- Dosificadores por pérdida de peso.

1.2.1.2.1 Dosificadores Gravimétricos de Banda.

El funcionamiento de éstos (ilustrados en la figura 1.6) es análogo a un dosificador volumétrico de banda rodante sin embargo hay un control continuo del despacho de la masa del producto, por la ponderación de la cinta transportadora al mismo.

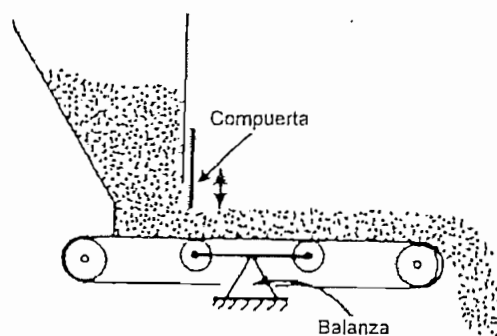


Figura 1.6.- Dosificador de banda rodante con balanza.

La velocidad de la banda o la posición de la compuerta a la salida de la tolva determinan la cantidad del producto sobre la banda; el controlador maneja estos parámetros de acuerdo a la cantidad de producto a dosificar.

La compuerta puede ser reemplazada por un dosificador extractor de tornillo y el sistema de ponderación por un sistema de rayos gama.

1.2.1.2.2 Dosificador de Pérdida de Peso.

La mayoría de los dosificadores volumétricos pueden ser adaptados y transformados en dosificadores gravimétricos por pérdida de peso (ver figura 1.7).

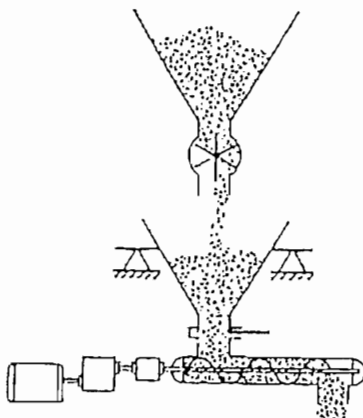


Figura 1.7.- Dosificador gravimétrico, formado por la combinación de un dosificador volumétrico de compuerta rotativa, un dosificador volumétrico de tornillo y el pesado de la tolva.

1.3 TÉCNICAS DE PONDERACIÓN

En la determinación del peso de un objeto para propósitos analíticos se emplean diversos tipos de balanzas que operan en base a diferentes principios. Las variaciones de diseño son considerables y la selección del tipo más adecuado dependerá del tamaño y de la masa del material, de la exactitud necesaria, de las condiciones de operación, de la rapidez deseada y del costo del instrumento.

Cuando se utiliza la medición del peso en un análisis cuantitativo, generalmente se incurre en una serie de errores, algunos de los más frecuentes son los siguientes: el uso de balanzas defectuosas o descalibradas, el empuje ascendente del aire, la temperatura, la electrización, la humedad y los errores del operador.

Existen muchos tipos de balanzas: electrónicas, de platillos, romanas, entre otras, con las que se pueden conseguir distintas precisiones en la medida de la masa.

Las balanzas más exactas se denominan balanzas analíticas, y suelen estar encerradas en una urna de vidrio para que no las afecten las corrientes de aire.

Con el desarrollo de la electrónica fue posible el perfeccionamiento de los diversos tipos de balanza, además de la invención de nuevos sistemas de pesado. Algunos modelos electrónicos permiten no sólo el pesado rápido y eficiente de mercaderías, sino el cálculo simultáneo de su precio, en función del peso obtenido.

Uno de los modelos más simples asocia dos sistemas de pesado bastante antiguos y conocidos: la balanza de resorte y el principio de Roberval.

1.4 TÉCNICAS DE SOLDADO DE LOS PLÁSTICOS

La soldadura es un método de unión entre dos plásticos y sólo se utiliza con los termoplásticos, puesto que los termoestables no pueden fundirse después de endurecidos, ni conglutinarse (soldar) entre sí. En cambio, con respecto a los primeros existe una gama de posibilidades de hacerlo, siempre que su intervalo de *fusión* no esté próximo al punto de descomposición.

1.4.1 SOLDADURA POR FUSIÓN

Por calentamiento se funden las superficies a unir y se deben apretar con una presión mínima una contra otra, con lo que el material fundido se conglutina.

Para efectuar el calentamiento se emplean elementos calefactores convenientemente adaptados al sentido de la soldadura (ver figura 1.8). Los elementos de calefacción se calientan por medio de energía eléctrica, con una llama de gas o mediante un radiador eléctrico incorporado, transmitiendo el calor por contacto directo sobre los puntos a soldar .

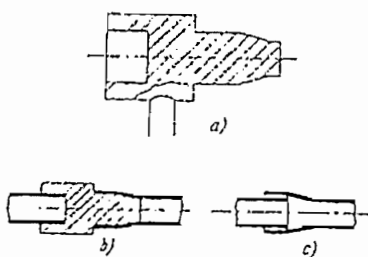


Figura 1.8.- Manguito de soldar calentado eléctricamente. a) El elemento de calentamiento combinado se calienta por medio de una lámpara o soplete para soldar; b) se funden las extremidades de los tubos; c) se acoplan.

La energía eléctrica se transforma en energía térmica según la conocida ley de Joule.

$$W \approx I^2 R$$

Donde:

W es la potencia eléctrica (watt).

I la corriente eléctrica (A).

R la resistencia del elemento.

Según la cual la potencia absorbida es proporcional a la resistencia que ofrece al paso de la corriente el cuerpo a calentar.

El calor para la fusión puede producirse también por frotamiento, procedimiento que resulta a veces útil con piezas redondas que se hacen girar unas contra otras sobre un torno o taladradora.

En esta técnica también se efectúa el calentamiento con chorro de aire caliente a las partes a soldar.

Para soldar piezas delgadas y planas, como las láminas, se deben controlar con exactitud la cantidad de calor y el tiempo de actuación para que no se quemen.

1.4.2 SOLDADURA CON MATERIAL DE APORTACIÓN

El procedimiento se sirve de un hilo o varilla para soldar, semejante al trabajo realizado en la soldadura de metales. El soplete para soldar se encuentra en este caso en el interior de un serpentín, en el que se calienta aire comprimido por medio de una llama de gas o dispositivo eléctrico (ver figura 1.9). El chorro de aire caliente se dirige sobre la costura preparada y el hilo para soldar, cuyo objetivo es fundir el material base con el del hilo.

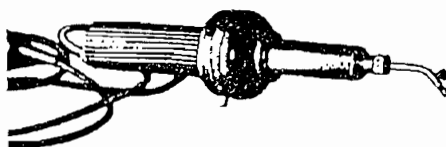


Figura 1.9.- Soplete de soldar por gas calentado eléctricamente.

La corriente de aire es producida en este caso por un ventilador incorporado al aparato.

1.4.3 SOLDADURA POR ALTA FRECUENCIA Y POR IMPULSOS CALORÍFICOS

Los plásticos de alta resistencia dieléctrica permiten efectuar el calentamiento a alta frecuencia, pudiendo adaptar los electrodos a la forma de las soldaduras y servir al mismo tiempo para comprimir las partes que se sueldan.

En lugar de los electrodos pueden utilizarse también elementos calefactores de diseño adecuados (cuñas, rodillos de calentamiento, etc.) a los cuales se hace llegar, mediante un radiador eléctrico incorporado, un breve impulso de calor. Este procedimiento de soldar por impulsos de calor es apropiado en sumo grado para los plásticos de pequeña resistencia dieléctrica, y los que no se calientan por alta frecuencia.

Ambos procedimientos encuentran aplicaciones en la preparación de embalajes y en la confección de hojas decorativas y protectoras.

1.5 TÉCNICAS DE CORTE DE LOS PLÁSTICOS

A continuación se presentan algunas técnicas de corte:

1.5.1 CORTE CON LÁSER

En plásticos, se puede utilizar este tipo de corte para realizar agujeros y diseños complicados con entrantes y salientes. La energía del láser se puede controlar para grabar la superficie de plásticos, vaporizarla o fundirla. Los orificios y corte hechos con esta técnica son limpios y de perfecto acabado.

Los cortes son más precisos y los márgenes de tolerancia más estrechos que en el caso de las operaciones con maquinaria convencional. No existe un contacto físico entre el plástico y el equipo (ver figura 1.10), gracias a lo cual no se producen virutas.

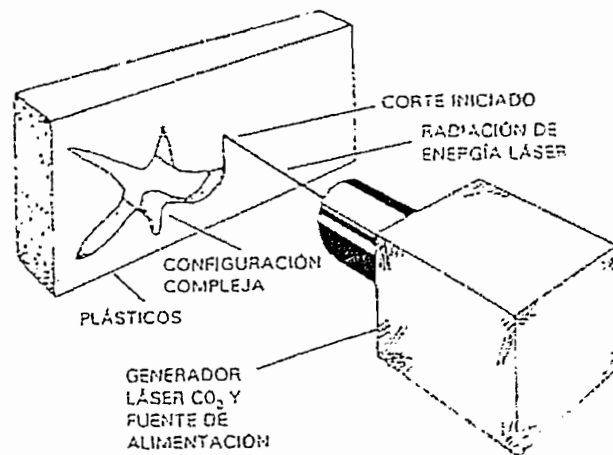


Figura 1.10.- Esquema del equipo de láser para dar forma y acabado a una pieza.

Este tipo de corte produce un residuo de polvo fino que se puede eliminar perfectamente con sistemas de vacío. La mayoría de los polímeros y materiales compuestos se pueden trabajar con láser.

1.5.2 CORTE CON FRACTURA INDUCIDA

Se puede emplear una herramienta o cuchilla cortante para marcar o rayar la superficie del plástico. El plástico queda fracturado y fácilmente se lo corta.

1.5.3 CORTE TÉRMICO

Para cortar plásticos sólidos, expandidos o en espuma, se emplean alambres o troqueles calentados. El troquelado en caliente sirve para moldear tejidos o siluetas, mientras que el alambre o tira

recalentada se usa comúnmente en el corte de plásticos laminados.

Esta técnica se caracteriza por aristas suaves y ausencia de virutas o polvo.

1.5.4 CORTE HIDRODINÁMICO

Se pueden emplear fluidos de alta velocidad para cortar una gran diversidad de plásticos y materiales compuestos, donde se aplican presiones de 320 Mpa (Mega pascales).

1.6 MATERIALES APTOS PARA EL CONTACTO CON ALIMENTOS

1.6.1 CRITERIOS GENERALES DE ENVASES Y MAQUINARIAS

Los envases y equipamientos que entran en contacto con alimentos durante la producción, elaboración, almacenamiento, distribución, comercialización y consumo, deben fabricarse para que en condiciones normales o previsibles de empleo no produzca migración del material y del revestimiento a los alimentos de componentes indeseables, tóxicos o contaminantes en cantidades que superen los límites de composición establecidos, de tal manera que:

- Puedan representar un riesgo para la salud humana
- Ocasionen una modificación inaceptable de la composición de los alimentos o en los caracteres sensoriales de los mismos.^[1]

[1] www.sice.oas.org/trade/mrcsrs/resolutions/AN392.asp

1.6.2 REQUISITOS BÁSICOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS MATERIALES

Los componentes a usar en los materiales aptos para el contacto con alimentos se registrarán por los siguientes principios:

- Estar incluidos en las listas de las sustancias que han probado ser fisiológicamente inocuas en ensayos con animales y cuyo uso está autorizado para la fabricación de materiales en contacto con alimentos.
- Seguir criterios de pureza compatibles con su utilización.
- Cumplir con el límite de migración total establecido para ciertos componentes o grupos de componentes.

Los envases deberán disponer de sistemas de cierres que eviten la apertura involuntaria del envase en condiciones normales. No se exigirán sistemas o mecanismos que sean inviolables.

Algunos de los materiales aptos para el contacto con alimentos son: los aceros inoxidable, los plásticos, entre otros.

1.6.3 ACEROS INOXIDABLES

Son una gama de aleaciones donde el cromo forma en la superficie del acero una película pasiva, continua y estable dejando a la superficie inerte a las reacciones químicas. La principal característica es la resistencia a la corrosión. El extenso rango de propiedades secundarias presentes hace de ellos un grupo muy versátil con propiedades higiénicas, reciclables y amigables con el medio ambiente.

Además presentan una gran resistencia mecánica, son resistentes a temperaturas elevadas y a temperaturas bajo los 0°C. Fácilmente

se los transforma en gran variedad de productos teniendo una apariencia estética, estos efectos se logran variando los tratamientos superficiales del acero para obtener acabado a espejo, satinado, coloreado, texturizado, y otros.

La selección de estos materiales puede realizarse de acuerdo con sus características:

- Resistencia a la corrosión y a la oxidación a temperaturas elevadas.
- Propiedades mecánicas del acero.
- Características de los procesos de transformación a que serán sometidos
- Costo total (reposición y mantenimiento)
- Disponibilidad del acero

Los aceros inoxidables son ampliamente utilizados en varios sectores, desde la más sofisticada aplicación industrial hasta los utensilios domésticos. Contribuyen, de manera indirecta a satisfacer las necesidades humanas básicas tales como alimentación, salud, construcción, medio ambiente, transporte y energía.

Algunos ejemplos de productos fabricados con este material son los equipos farmacéuticos, cámaras de combustión, sistemas de escape y filtros para autos, vagones de ferrocarril, paneles de aislamiento térmico, intercambiadores de calor, tanques y recipientes, barriles de cerveza, instrumentos quirúrgicos, monedas, ollas, sartenes, cubiertos, lavavajillas y utensilios de cocina.

En la industria farmacéutica, de alimentos y bebidas, también proveen excelentes condiciones de higiene y duración a largo plazo.

1.6.4 POLIMEROS

Un polímero es una sustancia formada por grandes moléculas que se obtienen por el enlace químico de miles de moléculas simples las cuales se repiten unas a continuación de otras y se las conoce con el nombre de monómeros.^[1]

Entre las sustancias formadas por polímeros se puede citar: materia orgánica viva como las proteínas, la madera, el caucho, las resinas; así mismo, materiales sintéticos como los plásticos, las fibras, los adhesivos, el vidrio y la porcelana.

1.6.4.1 Plásticos

Son materiales constituidos básicamente por polímeros cuyas moléculas compuestas pueden ser lineales, ramificadas o entrecruzadas y de esta contextura dependerá el tipo de plástico.

En la actualidad, se tienen distintos tipos de plástico con propiedades como: la capacidad de ser moldeados varias veces, son materiales duraderos y ligeros que pueden ser reciclados, por lo que en la mayoría de los casos, sus precios son relativamente bajos. Una de las aplicaciones más importantes se la tiene en la ingeniería eléctrica por sus excelentes propiedades aislantes.

[1] MEYSENBURG C, M. Von., Tecnología de Plásticos para Ingenieros, Vol. IV, 1973.

El principal componente es el carbono y sus moléculas pueden ser de origen natural, como por ejemplo la celulosa, la cera y el caucho natural.

1.6.4.2 Obtención de los Plásticos

Las numerosas partículas o unidades estructurales de la macromolécula constan de monómeros y éstos son los que determinan el tipo de plástico y les otorgan sus características particulares.

La constitución de las macromoléculas está dada por diferentes reacciones químicas que son las siguientes:

- Polimerización
- Policondensación
- Poliadicción

1.6.4.2.1 Polimerización

Reacción mediante la cual se consigue el rompimiento o desdoblamiento de los dobles enlaces covalentes presentes en los monómeros y la unión entre ellos, reorganizando la cadena sin que se liberen productos secundarios, siendo igual la composición química de la sustancia al iniciar y finalizar la acción química; el proceso químico puede darse en una fase gaseosa o líquida estructurando moléculas de gran masa molecular, ayudada de una serie de agentes químicos llamados iniciadores y catalizadores.^[1]

^[1] MEYSENBUG C. M. Von. Tecnología de Plásticos para Ingenieros. Vol. IV.1973.

1.6.4.2.2 Policondensación

Proceso químico en el que se unen monómeros de una misma estructura molecular con monómeros de distinta naturaleza, formando macromoléculas de diferente composición química; la reacción consiste en el desdoblamiento de los dobles enlaces de carbono y la fusión química de varios grupos que pueden reaccionar entre sí, generando pequeñas cantidades de productos secundarios como agua, ácido clorhídrico, amoníaco, etc.^[1]

La policondensación transcurre paso a paso, y la reacción puede ser detenida sin alterar a las moléculas formadas. Si se continúa con la reacción, en etapas siguientes las moléculas se ramifican y se entrelazan dando origen a plásticos lineales (termoplásticos) y ramificados (termoplásticos permanentes).

1.6.4.2.3 Poliadicción

Los productos resultantes de la poliadicción se constituyen por adición de grupos químicos de diferente naturaleza entre sí. Las moléculas que son utilizadas fueron originadas por reacciones previamente realizadas que poseen grupos capaces de reaccionar. Las reacciones de adición no producen ningún subproducto.

1.6.4.3 Clasificación De Los Plásticos

Hasta ahora no se ha dado una clasificación unificada de todo el grupo de materiales constituido por los plásticos, si bien se han realizado numerosos ensayos con este fin. Bajo diferentes puntos de vista, existen clasificaciones que se atienden, por ejemplo, a la estructura molecular, a las reacciones formativas o a las

[1] MEYSENBURG, C. M. Von. Tecnología de Plásticos para Ingenieros. Vol. IV.1973.

aplicaciones^[1]. A continuación se presentan algunas clasificaciones.

1.6.4.3.1 Según La Estructura Molecular

➤ Termoplásticos

Materiales plásticos que necesitan calor para obtener forma y al enfriarse mantienen la forma previamente dada. Se pueden fundir y refundir varias veces y tendrán una nueva estructura, por lo tanto son materiales reciclables. Los termoplásticos al ser calentados aumentan la energía de sus moléculas y se reducen las fuerzas de atracción entre ellas, de esta manera se vuelven más moldeables sin cambio significativo de sus propiedades. Una vez enfriados las piezas recuperan sus propiedades mecánicas.

Algunos tipos de termoplásticos son:

- ❖ Polietileno
- ❖ Polipropileno
- ❖ Poliestireno
- ❖ Cloruro de polivinilo

➤ Plásticos Termoelásticos o Termoestables

Los plásticos termoestables son aquellos materiales que una vez fundidos o sintetizados adquieren una forma permanente a una temperatura determinada, al fundirle nuevamente o al ser calentados a temperaturas altas se degradan o deforman. El proceso de síntesis de este tipo de plásticos produce una alteración en la estructura molecular que no es reversible.

^[1] MEYSENBUG, C. M. Von. Tecnología de Plásticos para Ingenieros. Vol. IV, 1973.

Entre los termoelásticos se tienen los siguientes:

- ❖ Nylón
- ❖ Fenol formaldehido
- ❖ Resina de poliéster

1.6.4.3.2 Según Las Reacciones De Formación

Los plásticos también se clasifican de acuerdo a las reacciones químicas que dan origen a las macromoléculas y son:

- Polimerizados (plásticos de polimerizaciones): acción química por medio de la cual se forman macromoléculas lineales o ramificadas.
- Policondensados (plásticos de policondensaciones): proceso químico preponderante en macromoléculas entrelazadas y también en las lineales.
- Poliaductos (plásticos de poliadiciones): reacciones químicas múltiples que forman macromoléculas lineales o entrelazadas.

1.6.4.3.3 De Acuerdo a las Aplicaciones

- Resinas sintéticas para lacas y barnices
- Plásticos anticorrosivos
- Plásticos aglomerantes
- Plásticos impregnantes
- Plásticos para decoración
- Plásticos para embalajes
- Plásticos aislantes, etc.

1.6.5 POLIETILENO

Es un polímero sintético donde la molécula de etileno C_2H_4 , está enlazada químicamente por un enlace covalente doble entre los átomos de carbono y por cuatro enlaces covalentes simples con los átomos de hidrógeno.^[1]

Al realizar la polimerización, el doble enlace de la molécula de etileno se abre y es sustituido por un enlace covalente sencillo. Como resultado de la reacción por cada átomo de carbono de la molécula de etileno hay un electrón libre, el átomo de carbono está listo para enlazarse con otro electrón libre de una molécula diferente. El polímero producido por la polimerización del etileno se denomina polietileno, el cual es un material termoplástico, blanquecino fabricado en finas láminas transparentes. Los plásticos de secciones gruesas son traslúcidos con una apariencia de cera y con el uso de colorantes se obtiene una gran variedad de productos.

La unidad estructural del polietileno se la ve en la figura 1.11.

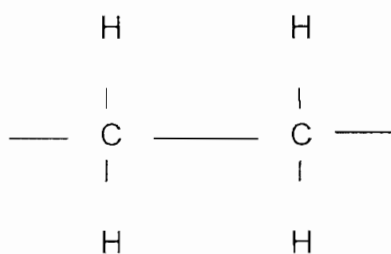


Figura 1-11.- Unidad estructural de polietileno

Existen dos tipos de polietileno: el de baja y alta densidad siendo el primero de bajo grado de cristalinidad, densidad y resistencia; y el segundo es más rígido.

^[1] SMITH, F. WILLIAM. Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales. Tercera Edición. Editorial Mc Graw Hill. 1998.

El polietileno es el material plástico más utilizado por sus bajos precios y por sus excelentes propiedades como son: dureza a la temperatura ambiente, resistencia a la humedad, buena flexibilidad en un amplio rango de temperatura, resistencia a la corrosión, inodoro, insípido, buenas propiedades dieléctricas para aislantes.

La exposición del polietileno a diversos factores tiene algunos inconvenientes, por ejemplo con la temperatura se dilata, además es inflamable, sufre agrietamiento por tensión y es difícil de unir.

Este plástico se utiliza en aislantes eléctricos, tubería química, utensilios domésticos, botellas, láminas para empaquetado, entre otros.

Su condición autolubrificante le permite trabajar en la industria alimenticia. Se lo ubica en fabricación de dulces y como mesada de corte en desposte de carnes, en frigoríficos y pescaderías, y en todo lugar donde las condiciones de higiene lo exijan.

1.7 PRINCIPIOS BÁSICOS DEL DISEÑO DE EQUIPOS PARA LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS

En base a las investigaciones realizadas por un grupo de empresarios del rubro de la alimentación, que a partir de los conocimientos y experiencia en la industria crearon el grupo ArMarTec S.R.L.^[1], que está dedicado a la investigación y al desarrollo de maquinaria relacionada con el sector alimenticio en general, se proponen los siguientes principios para el diseño de equipos en la industria:

^[1] www.armatec.com

- Todos los materiales deben ser inertes frente a los alimentos.
- Las superficies deben ser lisas, pulidas y no porosas para evitar el depósito y acumulación de partículas de alimentos, bacterias u otros microorganismos.
- Todas las superficies en contacto con los alimentos deben ser accesibles para su inspección, o se debe demostrar que con la rutina de limpieza se alcanzará un buen nivel de higiene en el sistema.
- Todas las zonas interiores de los equipos en contacto con los alimentos deberán tener una disposición tal, que permita el drenado completo de los líquidos o productos de limpieza que se utilicen.
- El equipo se diseñará para proteger los alimentos que se procesan de la contaminación exterior. Por ello, las superficies exteriores se disponen de forma que se evite la acumulación de suciedad y se facilite su limpieza.

CAPÍTULO 2

2. DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA ENFUNDADORA DE GRANO

INTRODUCCIÓN

Se realiza el estudio de las condiciones eléctricas y mecánicas implementadas en la máquina, para de esta manera efectuar el diseño de la automatización.

2.1 ANÁLISIS DE LA MÁQUINA A AUTOMATIZAR

2.1.1 ESTRUCTURA DE LA EMPACADORA

Para el estudio a la máquina se la divide en dos sistemas:

- Sistema de formación de la funda y
- Sistema de arrastre de la lámina.

La Figura 2.1 muestra el estado de la máquina a ser automatizada.

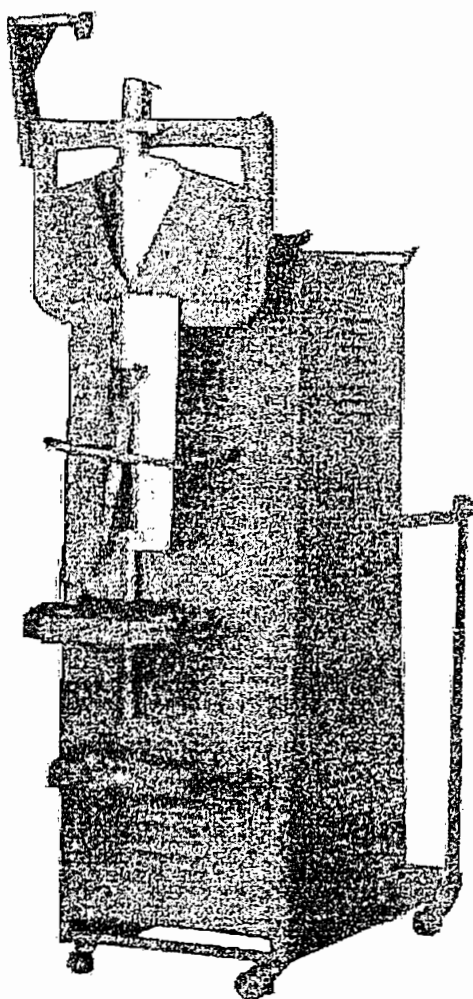


Figura 2.1.- Máquina a automatizar

2.1.1.1 Sistema de Formación De La funda

2.1.1.1.1 *Conjunto Formador de la Manga*

Consta de un conducto para el llenado de la funda, un aditamento semejante a una solapa cruzada que da forma de manga a la lámina de plástico para el soldado del cuerpo de la funda y un canal en V de acero inoxidable que guía a la manga.

La estructura en forma de solapa cruzada posee dos lengüetas de metal reguladas con la ayuda de tornillos que permiten a la lámina cruzarse y estar lista para ser soldada en la parte vertical.

El canal en V mantiene la forma de la manga y soporta el golpe generado por el movimiento del brazo de soldado vertical.

Los problemas presentes son: las paletas ajustan al plástico contra el conducto, además están desalineadas y su ajuste no es el adecuado. También el ingreso de la lámina al conjunto formador no es uniforme trabando la lámina en su recorrido y deformando a la manga.

2.1.1.1.2 *Conjunto de Soldado Vertical y de Soldado Horizontal*

Está compuesto por dos brazos de los cuales uno se mueve mientras el otro se mantiene fijo. El movimiento es realizado por un cilindro neumático, éste desplaza un soporte de aluminio con la resistencia de calentamiento, presionando la manga a una tira de caucho pegada sobre la estructura en "V".

La alimentación eléctrica de la resistencia de calentamiento plana es manejada por un controlador de temperatura de tipo ON/OFF

que tiene una histéresis de ± 10 °C y la medición de la temperatura es realizada por una termocupla tipo K.

El soldado horizontal se lo realiza con una base móvil donde se fijan las dos resistencias de calentamiento planas utilizadas para soldar la base y la parte superior de las fundas; además tiene un soporte fijo donde se presionaba las resistencia para lograr el soldado. El movimiento es efectuado por dos cilindros neumáticos. La temperatura de las resistencias es manipulada por medio de otro controlador de temperatura de las mismas características del controlador de soldado vertical.

Al no tener un movimiento lineal el brazo de soldado vertical de la manga de polietileno, no se funde el plástico de una manera uniforme por lo que se adecuó un nuevo sistema como se describe más adelante.

La parte inferior no soldaba correctamente la parte horizontal de la funda al no presentar soportes fijos que ayuden al recorrido de los cilindros neumáticos, razón por la cual se implementa un sistema semejante al del soldado vertical.

2.1.1.2 Sistema de Arrastre de la Lámina de Plástico

El arrastre de la lámina es realizado por un moto-reductor, sistema de engranajes, tambores de pellizque y rodillos para guiar la lámina.

El rollo de la lámina se lo coloca sobre dos chumaceras y se mueve hacia atrás desenrollando la lámina por la parte inferior, siendo halada y recorriendo un camino de rodillos para tensarla hasta llegar al conjunto formador de la manga.

Para halar y tensar el polietileno se utilizan los tambores de pellizque, los cuales están acoplados por medio de piñones y cadenas a un moto-reductor.

En la Figura 2.2 se indica al sistema de arrastre y el conjunto de soldado horizontal.

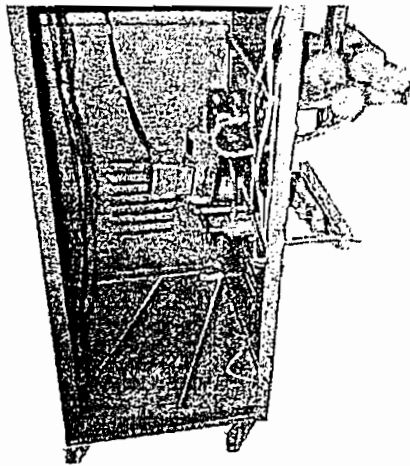


Figura 2.2.- Sistema de arrastre

2.1.2 ANÁLISIS DE LAS FUENTES DE ALIMENTACIÓN DE VOLTAJE UTILIZADAS.

La alimentación general de la máquina es trifásica (fases R, S, T y neutro), utilizando monofásica en el accionamiento del disyuntor, del transformador para las resistencias y para un regulador de voltaje continuo de 18 Vdc usado en la activación de las electroválvulas.

El suministro de energía de las resistencias planas se las realizaba mediante un transformador de relación 2:1, usado para bajar el voltaje de alimentación a las resistencias.

2.1.3 MODO DE OPERACIÓN (CÓMO FUNCIONA LA MÁQUINA)

La máquina no funciona correctamente, pero se pudo comprobar la activación de los diferentes elementos que constituyen la misma.

Para el funcionamiento se tiene pulsadores de encendido y de apagado, contactores, temporizadores electromecánicos, relés auxiliares, controladores de temperatura y una luz indicadora.

En la Figura 2.3 se ilustra el panel de control y la consola eléctrica de la máquina. (a) en el panel de control se ubican los pulsadores de funcionamiento, los controladores de temperatura y las protecciones del sistema; (b) la consola eléctrica presenta las conexiones eléctricas de los elementos electromecánicos.

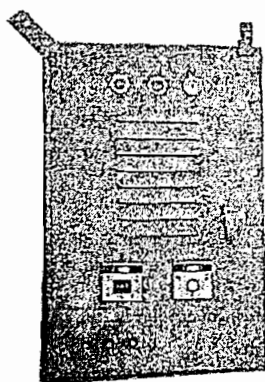


Figura 2.3 (a).- Panel de control

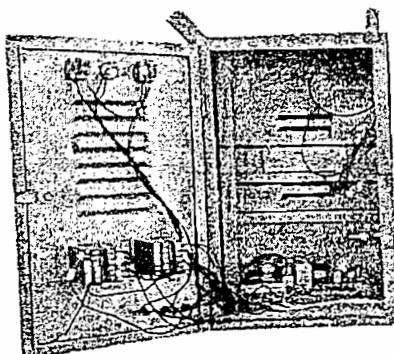


Figura 2.3 (b).- Consola eléctrica

Al aplastar el pulsador de encendido se acciona y queda memorizado un relé principal, el cual conecta a los temporizadores, éstos cuentan un cierto tiempo y realizan funciones como: encender el motor para arrastrar la manga de polietileno, realizar el soldado vertical y horizontal y dejar pasar una cantidad determinada de producto. Si los tiempos no se hallan sincronizados debidamente, todas las funciones realizadas no son satisfactorias. El relé principal deja de funcionar cuando se aplasta el pulsador de paro.

El accionamiento del motor se lo hace por medio de un contactor que es activado por un temporizador electromecánico.

En el movimiento de los cilindros neumáticos se utilizan dos electroválvulas de 24 Vdc, exclusivas para el soldado vertical y horizontal.

Para dar forma a la funda, se suelda la manga de manera horizontal, cerrando la parte superior de la funda con producto y la base de la siguiente mientras el motor produce el arrastre de la manga.

2.2 PLANTEAMIENTOS DEL FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA A AUTOMATIZAR

Para realizar la automatización de la máquina se requieren especificar los objetivos de funcionamiento para proceder a implementar los sistemas necesarios. De esta manera se plantean los siguientes objetivos:

- Enfundar cantidades de grano con un peso acumulado.
- En la elaboración de una funda se deben realizar las siguientes funciones: arrastrar la lámina de polietileno, formar, soldar y cortar la manga en unidades.
- Desfogar la sustancia en caso de haber sobrepasado el límite superior en un rango de peso determinado o cuando se ha producido una emergencia en el funcionamiento de la máquina.

2.3 ADECUACIÓN DE LA PARTE MECÁNICA.

Con el fin de automatizar la máquina fue necesario cambiar y aumentar elementos mecánicos que solucionan en parte los problemas presentados por la máquina.

Buscando comprender los acondicionamientos y el funcionamiento de cada una de las partes de la máquina, se mantiene la misma división de los sistemas mecánicos y estos son los siguientes:

- Sistema de ponderación,
- Sistema de formación de la funda y
- Sistema de arrastre de la lámina

Para la cuantificación del peso se implementa un sistema de ponderación, se toma como referencia el principio de funcionamiento de un dosificador gravimétrico por pérdida de peso y de esta manera se logra controlar la cantidad de producto a enfundar.

La técnica de soldado utilizada es la soldadura por fusión, utilizando para ello matrices de soldado calentadas por resistencias tubulares.

Debido a la necesidad de ampliar el área de soldado se reemplaza el sistema de brazo móvil por un sistema con movimiento lineal

Al sistema de arrastre se adiciona un mecanismo para desenrollar la lámina de polietileno. El corte de la funda implementado utiliza la técnica por fractura inducida. Los conductos y tolvas que están en contacto con el grano a enfundar son de acero inoxidable.

La lámina de plástico que se utiliza en el enfundado es de polietileno, material que presenta buenas características para este tipo de trabajo y es fácil de encontrar en el mercado.

Todo lo mencionado anteriormente se justifica en el capítulo uno.

2.3.1 COMPONENTES BÁSICOS DE LOS SISTEMAS MECÁNICOS

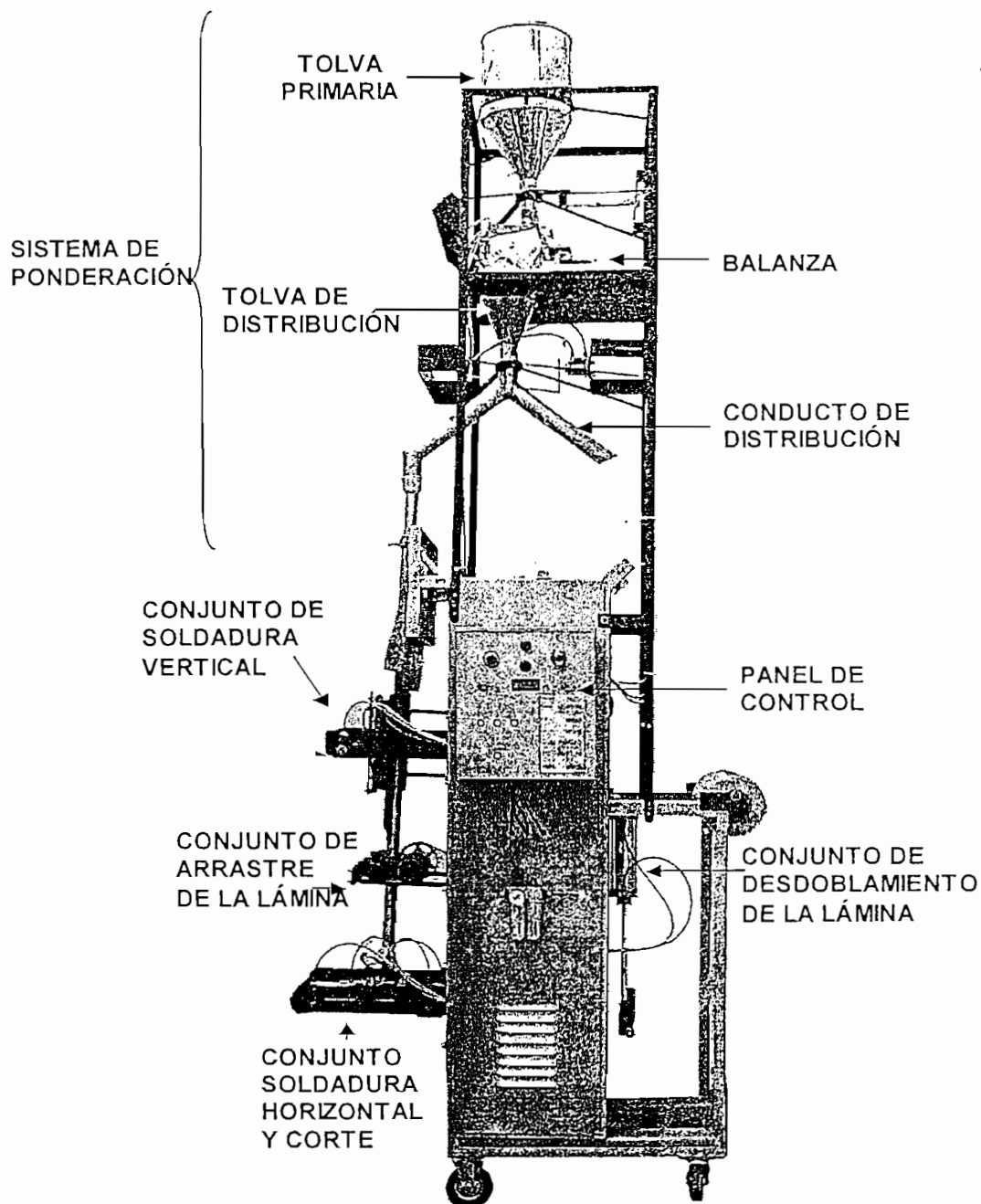


Figura 2.4.- Vista frontal del prototipo para el enfundado de grano seco

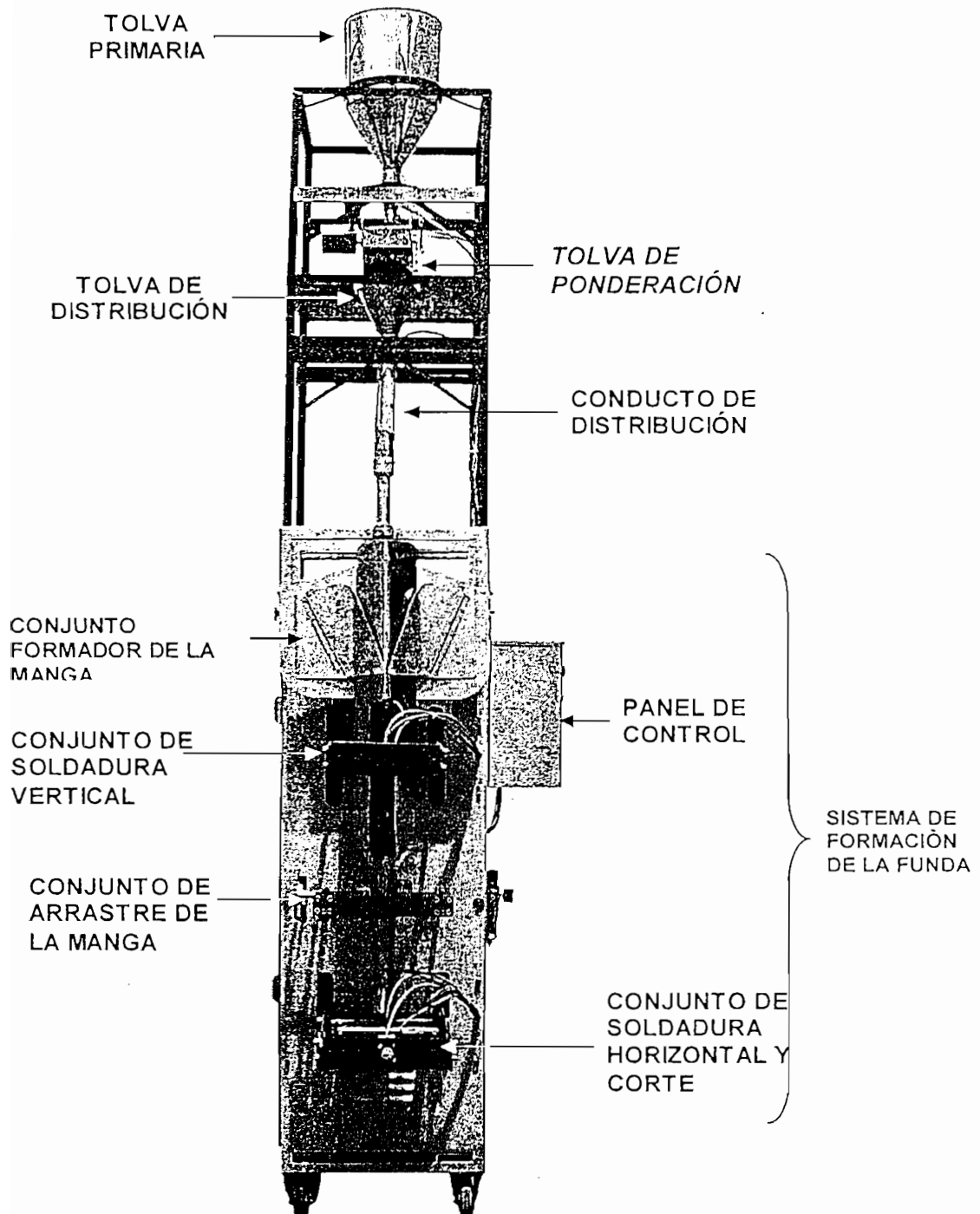


Figura 2.5.- Vista lateral izquierda de la máquina.

2.3.2 SISTEMA DE FORMACIÓN DE FUNDAS

El objetivo de este sistema es formar la funda para luego de ser llenada con producto y proceder a sellar y cortar.

Este sistema está formado por los siguientes conjuntos :

- Formador de la manga,
- Soldado vertical,
- Soldado horizontal,
- Corte de la funda.

2.3.2.1 Formador de la Manga

Está compuesto por un conducto para el llenado de la funda, un aditamento semejante a una solapa cruzada que sirve para dar forma de manga a la lámina y un canal en V de acero inoxidable que guía a la manga de polietileno como se muestra en la Figura 2.6.

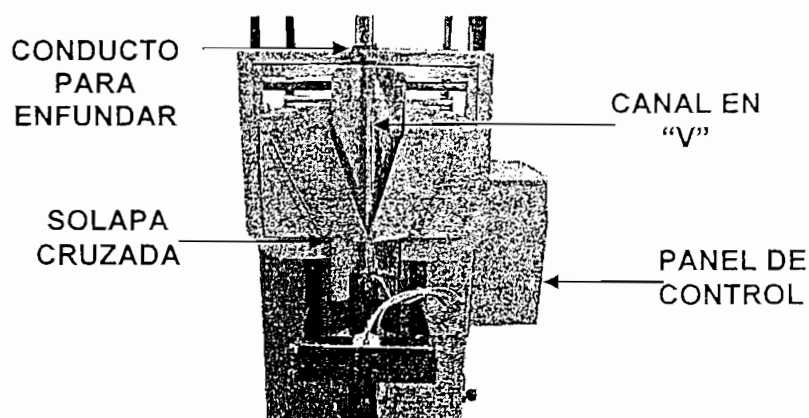


Figura 2.6.- Conjunto formador de la manga

Al sistema se adicionó una mica para amortiguar el golpe producido por el cilindro neumático y mantener una alineación

entre la lámina y la matriz de soldado, de manera que toda la superficie en contacto se suelde.

2.3.2.2 Soldadura Vertical

Se indica en la Figura 2.7 y consta de una matriz de soldado, un freno mecánico y una vaina para sujetar el sensor; la función del sistema es soldar la lámina de polietileno dándole la forma de una manga y amortiguar el golpe producido por el cilindro neumático.

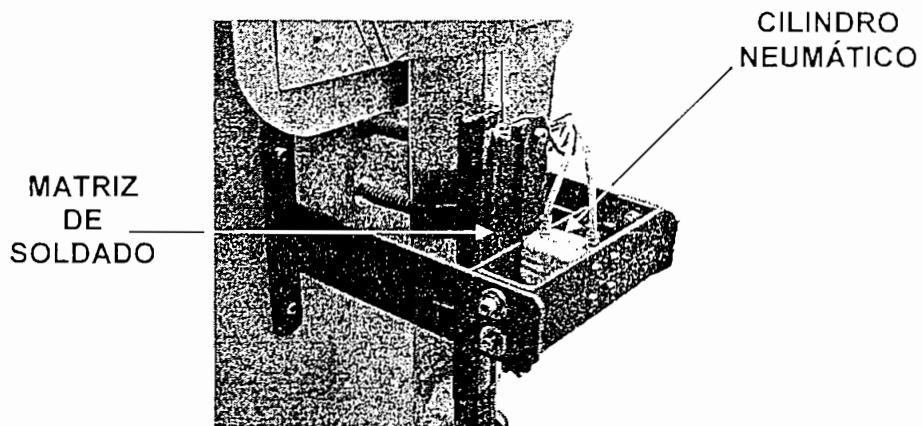


Figura 2.7.- Conjunto de soldadura vertical

La matriz de soldadura contiene una resistencia tubular desmontable y está sujeta a la estructura en forma de cruz que se acopla al émbolo del cilindro neumático.

El conjunto está formado por un sistema de rieles que están ensambladas a la máquina y cumplen las funciones de encaminar y deslizar a la matriz de soldado sin que se produzca cabeceo y tropiezo en el camino. En los extremos de los rieles se acopla la estructura en forma de "C" donde se fija el cilindro neumático que cumple la labor de mover la matriz para aprisionar la lámina contra el canal en "V".

Insertada a la estructura de la máquina se encuentra un freno mecánico, formado por una platina, guías perpendiculares y resortes en cada una de éstas que amortiguan el golpe producido por el cilindro y mantiene uniforme el conducto de desfogue por donde cae el producto.

La matriz es cubierta con un teflón térmico que permite mejorar el soldado del polietileno.

2.3.2.3 Conjunto de Soldado Horizontal y Corte de la Funda

Está formado por dos matrices de soldado, una cuchilla, dos cilindros neumáticos, una estructura de apoyo de las matrices y una vaina para sujetar el sensor como se indica en la Figura 2.8.

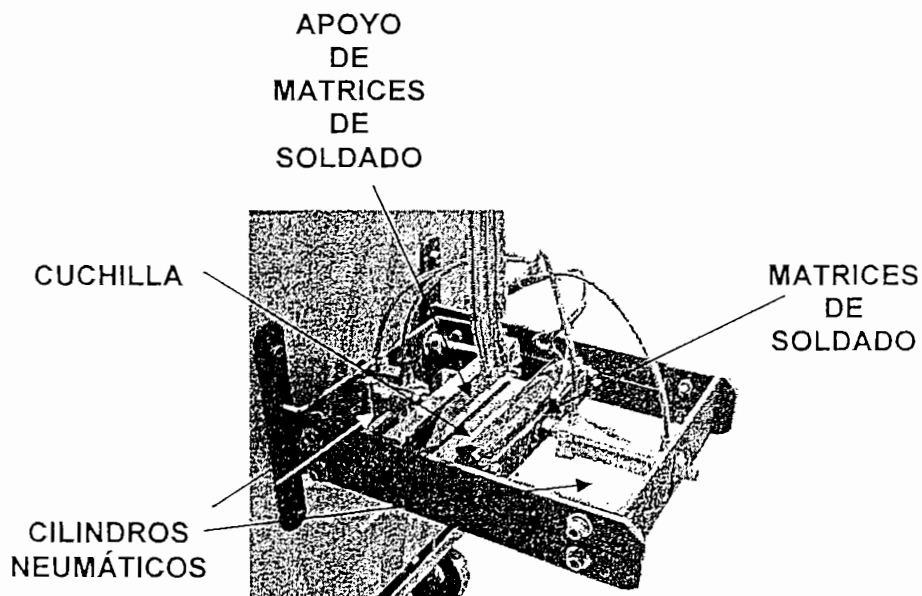


Figura 2.8.- Conjunto de soldadura horizontal y corte de la funda

Las funciones del conjunto son soldar los extremos superiores e inferiores o bases de las fundas; y fracturarla para una fácil desprendimiento obteniendo unidades independientes.

El conjunto está formado por un sistema de rieles semejante al utilizado en el soldado vertical con la diferencia que la posición de las matrices es horizontal.

Empotrada a la máquina se encuentra una estructura fija donde hace cuerpo de choque las matrices de calentamiento, presionando la manga y realizando el soldado de la misma.

Con el fin de cortar la funda se coloca en el medio de las resistencias un tope de madera donde la cuchilla golpea.

2.3.3 SISTEMA DE ARRASTRE DE LA LÁMINA DE POLIETILENO

El sistema está formado por el conjunto para desenrollar la lámina de polietileno y del arrastre de la manga.

2.3.3.1 Desenrollador de la Lámina de Polietileno

Se presenta en la Figura 2.9 y consta de una barra de estiramiento, rodillos de alineamiento y un soporte para el rollo del material. Este conjunto se usa para desenrollar en forma suave la lámina de polietileno manteniendo la debida tensión y alineación.

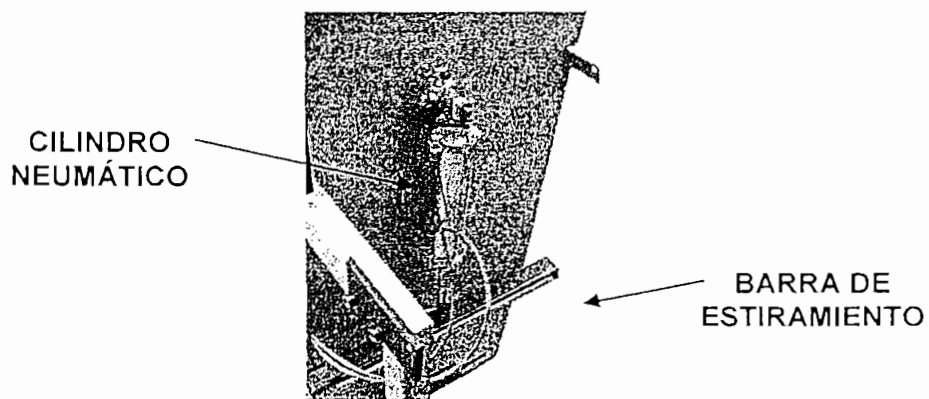


Figura 2.9.- Conjunto para desenrollar la lámina de polietileno

2.3.3.2 Arrastre de la Manga de Polietileno

La Figura 2.10 indica esta sección, formada por un moto-reductor, sistema de engranajes, tambor de pellizque y rodillos para guiar la lámina. La función de este conjunto es la de halar la manga de polietileno mediante la rotación de los tambores, los cuales están acoplados por una cadena al piñón del moto-reductor.

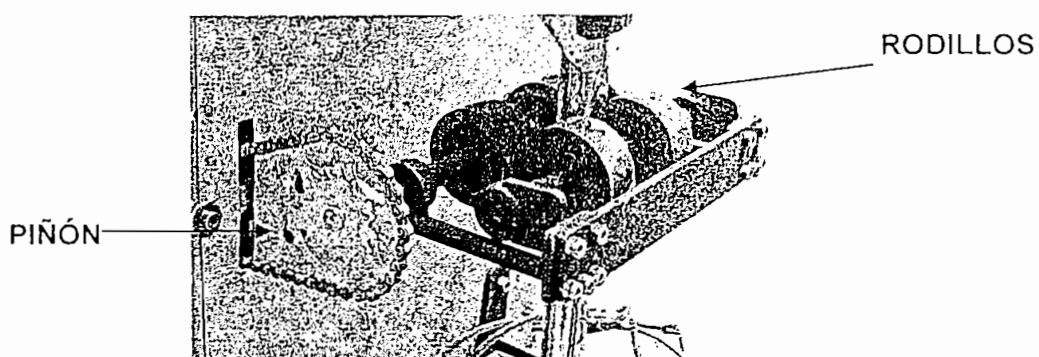


Figura 2.10.- Conjunto de arrastre de la manga de polietileno

2.3.4 SISTEMA DE PONDERACIÓN

El sistema de ponderación está formado de una parte del dosificador gravimétrico por pérdida de peso y por el conjunto de distribución.

La "torre de pesado", estructura que sostiene al sistema de ponderación, está asegurada a la máquina y es fácilmente desmontable.

Las funciones de este bloque son las de medir la cantidad de producto y conducirlo a la funda o al desfogue de acuerdo a las condiciones de funcionamiento de la máquina.

2.3.4.1 Dosificación Gravimétrica

Está constituido de una tolva primaria, una compuerta de paso, una tolva de ponderación, una balanza electrónica, y un sensor de presencia del producto como se indica en la Figura 2.11

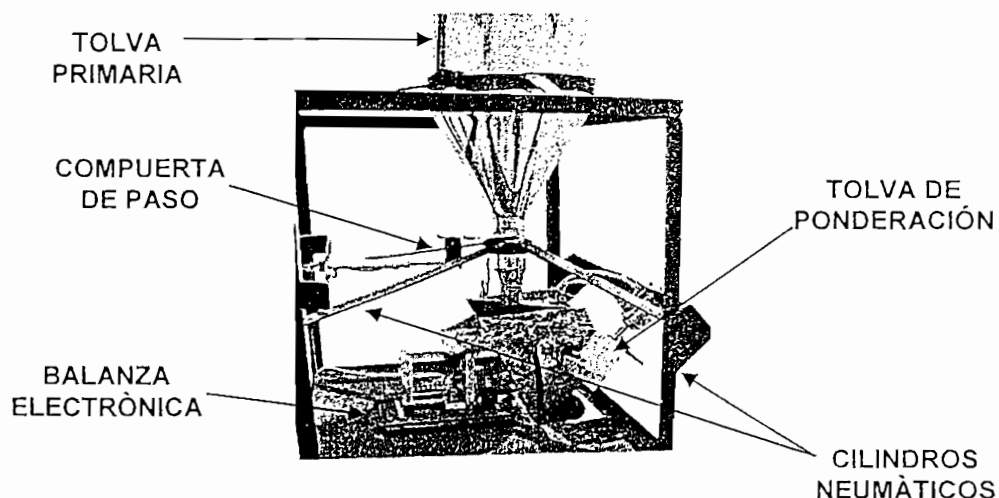


Figura 2.11.- Dosificador gravimétrico

El movimiento de la compuerta de paso se lo hace por medio de un cilindro neumático y es la que deja caer el producto poco a poco.

La compuerta de desfogue de la tolva de ponderación tiene un movimiento circular, la cual es abierta por un cilindro neumático que está fijado a la estructura.

La medición de la cantidad de producto se lo hace por una balanza electrónica que consta de un sensor de posición y un sistema mecánico con resortes.

2.3.4.2 Conjunto de Distribución

Este implemento mecánico adicional está formado por una tolva, un conducto en forma de "Y" invertida y un cilindro neumático como se ve en la Figura 2.12.

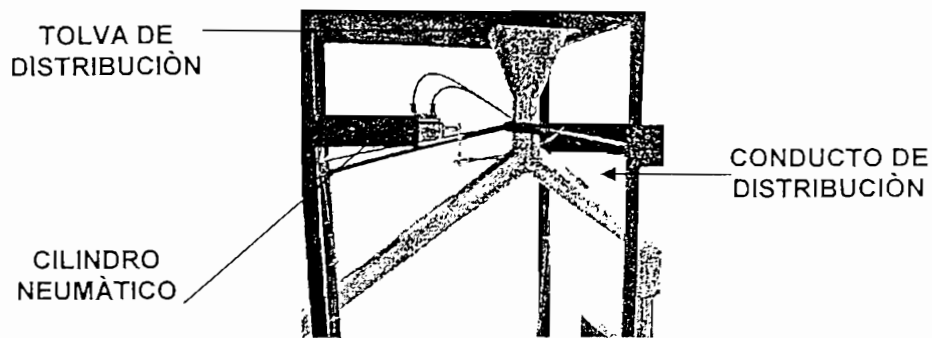


Figura 2.12.- Conjunto de distribución del producto

Sobre la tolva cae el grano pesado y por gravedad seguirá un camino de acuerdo a la posición de una compuerta interna, manipulada por el cilindro neumático. La ubicación de ésta depende de los requerimientos del funcionamiento de la máquina guiando el producto al conducto de enfundado o de desfogue en caso de que la ponderación no sea la aforada.

2.4 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO

La máquina requiere fuentes de voltaje alterno y voltaje continuo para operar. El control necesita de 5, ± 12 , ± 15 y 24 Vdc, el motor usa alimentación alterna trifásica (R, S, T), y para contactores y electroválvulas se emplea voltaje a una fase y el neutro (110 Vac) y a dos fases (220 Vac).

2.4.1 ARMARIO ELÉCTRICO DE POTENCIA

El armario contiene el suministro de energía eléctrica trifásica, relés de estado sólido, protecciones eléctricas (ver ANEXO C), electroválvulas, contactor de alimentación del motor y regletas de conexiones de las electroválvulas.

Su acceso es por la parte posterior de la máquina (ver Figura 2.13).

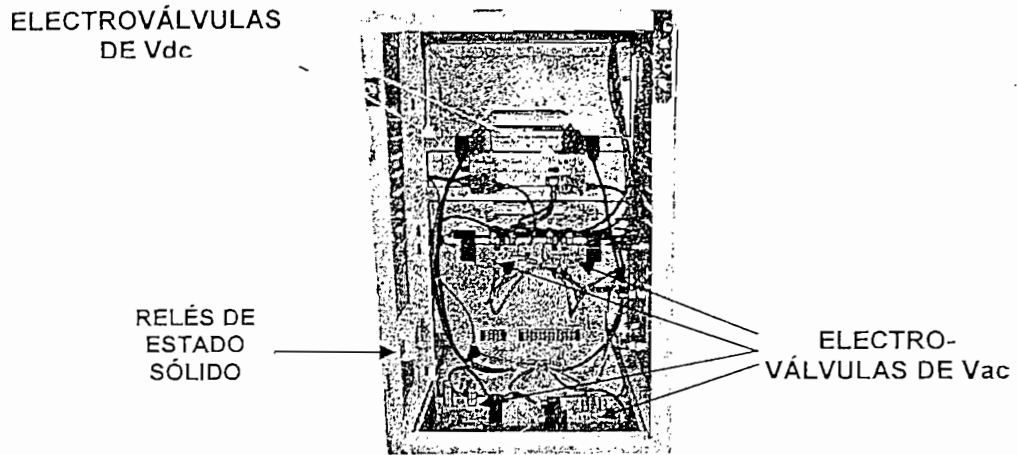


Figura 2.13.- Armario eléctrico de potencia

2.5 PANEL PRINCIPAL, CAJA ELÉCTRICA Y PANEL AUXILIAR DE CONTROL

En la Figura 2.14 se muestra tanto el panel de control como la caja eléctrica de control.

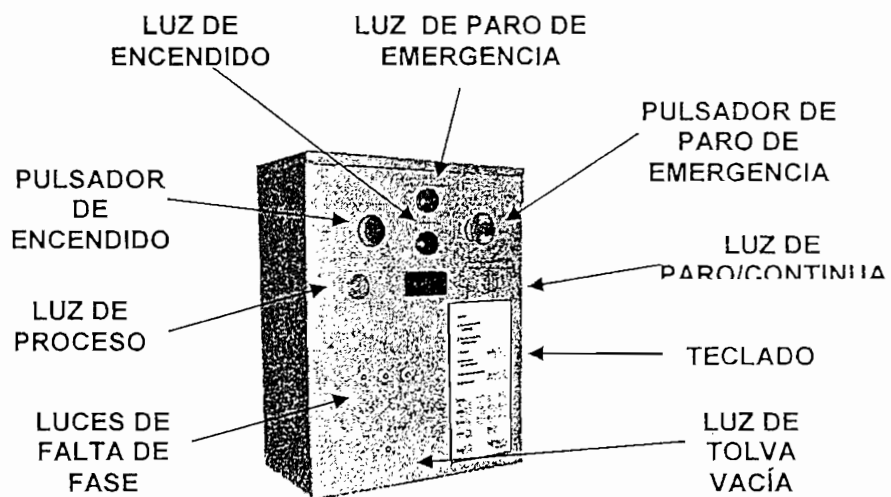


Figura 2.14.- Panel de control y caja eléctrica de control

En el panel de control están las luces de proceso y luces de alarma, también están los pulsadores de ON/OFF y de paro de

emergencia, un teclado de ingreso de parámetros y un visualizador de cristal líquido.

La caja eléctrica está montada al frente de la máquina y contiene a las tarjetas electrónicas, la fuente de voltaje de 24, ± 15 ± 12 , 5 Vdc (ver ANEXO C), y elementos utilizados en el control. Además se incluye un conector DB9 para la comunicación con el computador.

El panel auxiliar que se indica en la Figura 2.15 se encuentra en la parte posterior de la máquina, presenta un botón de parada de emergencia, una luz de encendido y una de alarma.

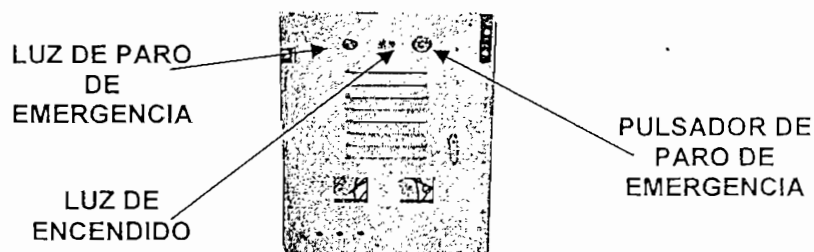


Figura 2.15.- Panel auxiliar

2.6 SISTEMA NEUMÁTICO

Debido a la necesidad de realizar movimientos lineales se utiliza cilindros neumáticos y se requiere de una fuente de alimentación neumática de 8 bares.

Este sistema está compuesto por la unidad de mantenimiento, siete cilindros neumáticos de doble efecto que son manejados por seis electroválvulas, además se tienen mangueras y racores para las respectivas conexiones.

El esquema de conexiones se muestra en la Figura 2.16:

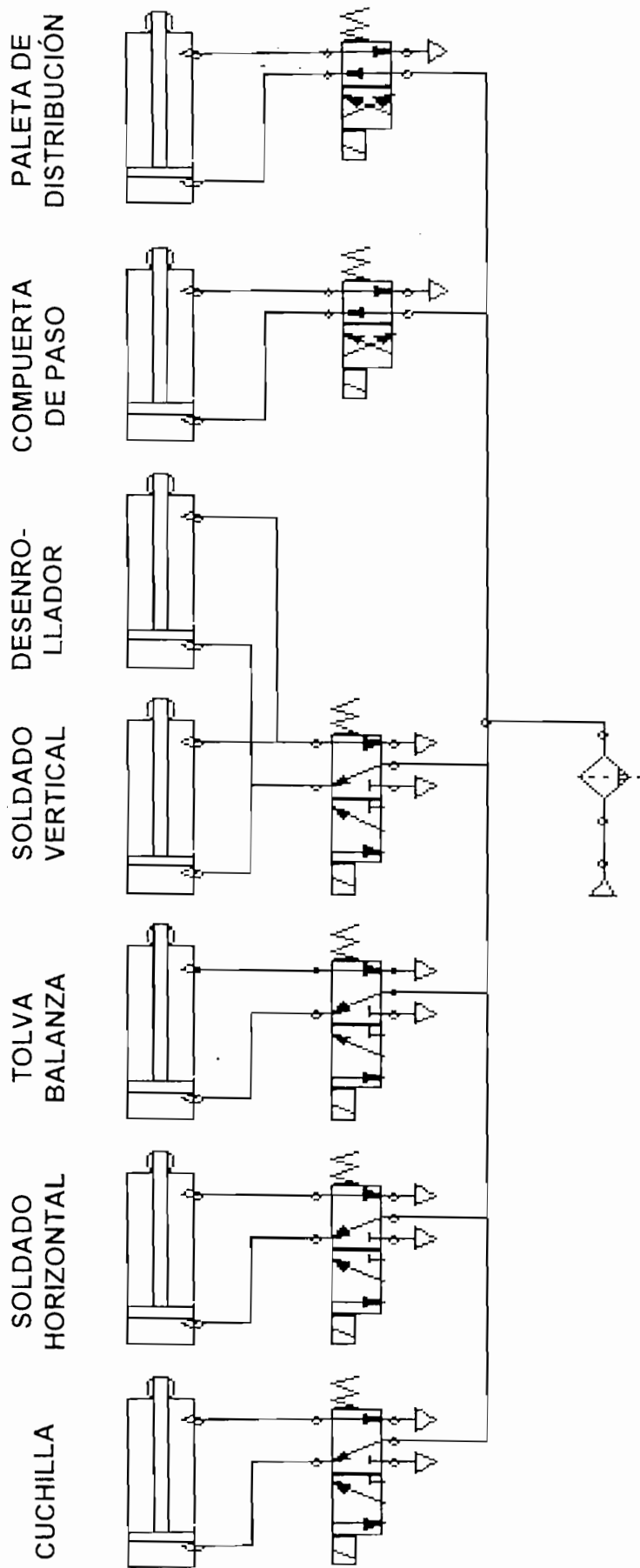


Figura 2.16. Esquema de Conexiones de la Parte Neumática.

2.6.1 ELECTROVÁLVULAS DE VOLTAJE AC Y CILINDROS NEUMÁTICOS

Las tareas de desenrollar la lámina, soldar la manga de polietileno, soldar la boca de la funda una vez que el producto ha sido enfundado, realizar el corte y abrir la compuerta de la tolva de ponderación son realizadas por cinco cilindros neumáticos de doble efecto.

Para el accionamiento de los cilindros neumáticos se tienen cuatro electroválvulas de Vac 5-2 (cinco vías, dos posiciones), tres bobinas de 110 Vac y una de 220 Vac de alimentación. La electroválvula de 220 acciona dos cilindros neumáticos, considerando que pueden realizar las dos funciones al mismo tiempo (desenrollar y soldar la manga).

2.6.2 ELECTROVÁLVULA DE VOLTAJE DC Y CILINDROS NEUMÁTICOS

Las acciones de abrir la compuerta de paso y de mover la paleta de distribución son realizadas por dos cilindros neumáticos, los cuales son manejados por dos electroválvulas 4-2 (cuatro vías, dos posiciones). Para accionar las bobinas se necesita alimentar a sus terminales con 24 Vdc.

CAPÍTULO 3

3. AUTOMATIZACIÓN DE LA MÁQUINA PARA ENFUNDADO DE GRANO

INTRODUCCIÓN

Realizadas las adecuaciones mecánicas y disponiendo de la enfundadora, el rendimiento que de ella se puede obtener depende de las características del sistema de control.

En este capítulo se describe detalladamente todo el proceso de diseño del controlador dedicado para la máquina enfundadora.

3.1 SISTEMA GENERAL DE CONTROL DE LA ENFUNDADORA

La máquina realiza cuatro funciones que son: pesar y enfundar el producto, formar y cortar la funda (ver Figura 3.1).

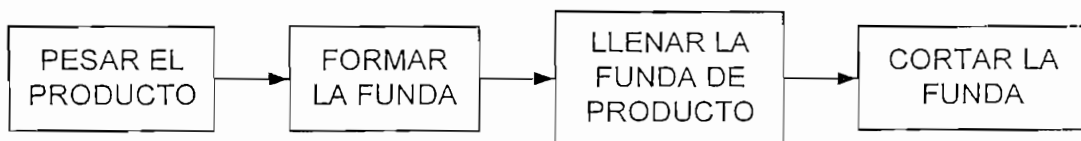


Figura 3.1.- Diagrama de bloques del funcionamiento de la máquina.

Se enfundan granos de un diámetro máximo de 5 mm. y con un peso acumulado de 250 gr. a 1000 gr, por efecto de la mecánica de la balanza y los conductos de enfundado.

La temperatura máxima a la que se funde el polietileno es aproximadamente 130 °C motivo por el cual la temperatura de las matrices de soldado no deben sobrepasar dicho valor.

Para el diseño se agrupan las funciones y se asigna un sistema de control (ver Figura 3.2).

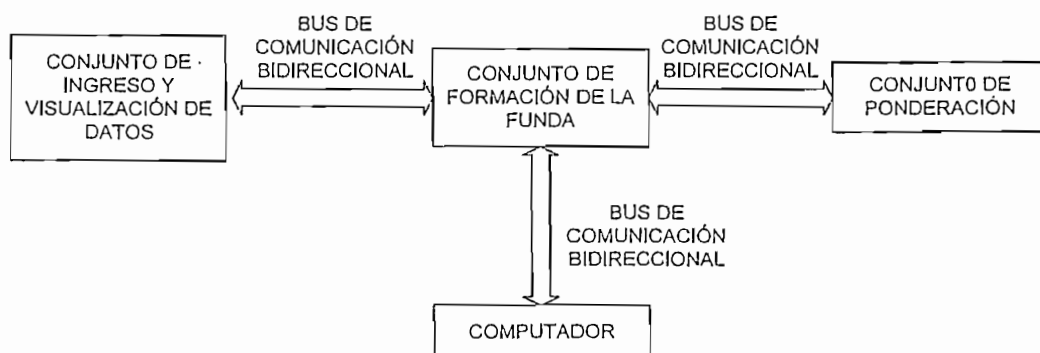


Figura 3.2.- Diagrama de bloques del sistema general de control.

La tarea de pesar y enfundar está a cargo del conjunto de ponderación; la de construir y cortar la funda es ejecutada por el módulo de formación de la funda; además, se tiene la unidad de ingreso y visualización de datos para la presentación del estado de la máquina a través del panel de control. Un programa específico para la máquina permite controlar la enfundadora a través del computador

Al módulo de formación de las fundas se conecta el computador y la comunicación se lo realiza utilizando el puerto serial y el protocolo RS232.

El modo de comunicación entre los microcontroladores es paralelo. El bus de transmisión de información es de diez hilos, de los cuales ocho son de datos y dos de control.

El sistema de control con sus componentes es el que se indica en la Figura 3.3

Cada uno de los módulos tienen una tarjeta central, tarjetas auxiliares (de acondicionamiento de temperatura, de acondicionamiento del sensor de la balanza (LVDT) y de detección de falta de fases); y elementos adicionales que ayudan en el cumplimiento de las funciones asignadas con el propósito de que por cualquier eventualidad o modificación se cambia solamente la tarjeta o elemento afectado.

En este capítulo se realiza el análisis del diseño del conjunto de formación de funda y de ponderación. Mientras que la unidad de ingreso y visualización de datos y el software para el computador se lo estudia en el siguiente capítulo.

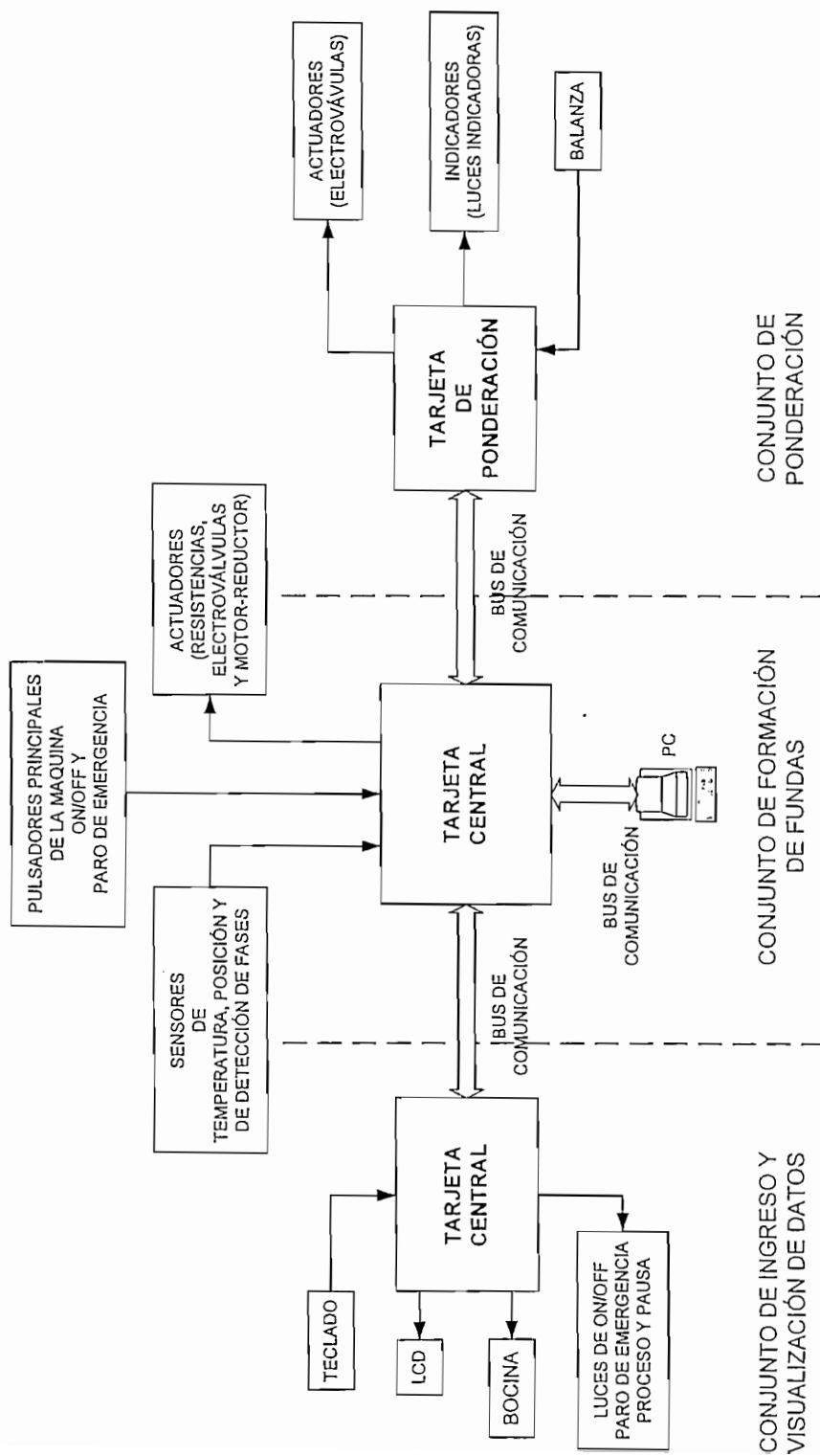


Figura 3.3.- Diagrama de componentes del sistema de control general

3.2 CONJUNTO DE FORMACIÓN DE FUNDAS

Sus funciones son la formación y el corte de la fundas. En la elaboración de la funda hay que desenrollar, arrastrar, formar y llenar la bolsa con producto, para finalmente sellar y cortar.

El diagrama de bloques de funcionamiento se indica en la Figura 3.4.

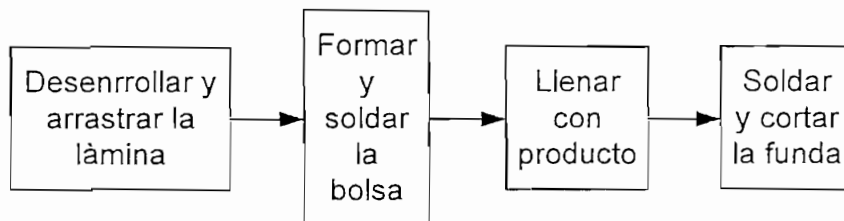


Figura 3.4.- Diagrama de bloques para la formación de fundas.

3.2.1 LÓGICA DE FUNCIONAMIENTO DEL CONJUNTO DE FORMACIÓN DE FUNDAS

El módulo debe ser encendido y disponer datos de peso, número de fundas y temperatura de soldado.

El requisito básico para la operación la máquina es que existan las tres fases de alimentación eléctrica para que no afecte en el desempeño y dañe a los elementos eléctricos.

Una vez con los datos y con las condiciones de funcionamiento debe recibir la orden para iniciar el enfundado, donde realiza las funciones asignadas a este conjunto; a este modo de funcionamiento se lo llama modo de proceso.

Con el objeto de verificar la formación de la funda se implementa el modo de prueba.

La lógica de funcionamiento del conjunto se ve en la Figura 3.5.1.

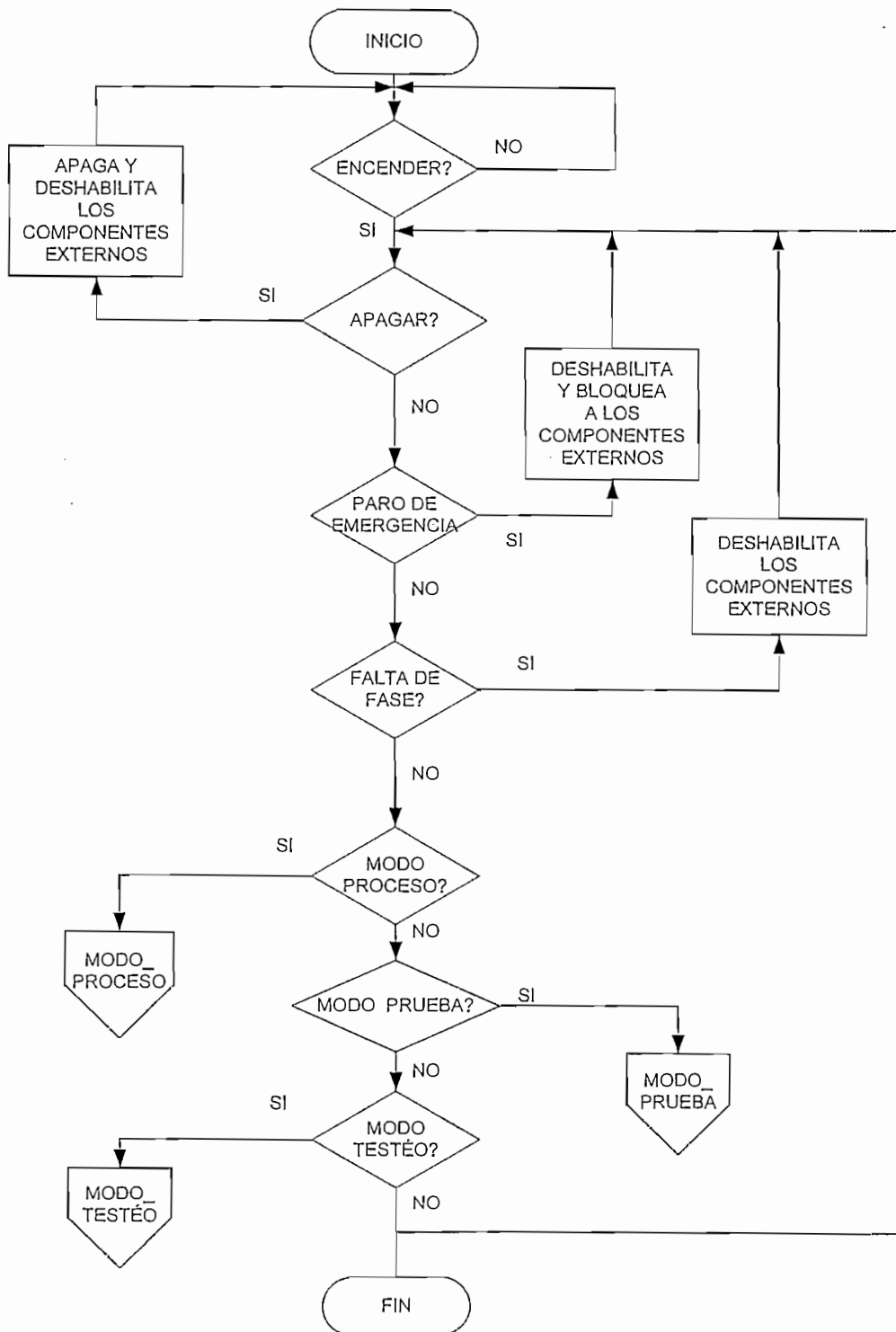


Figura 3.5.1.- Diagrama de flujo de la lógica de funcionamiento del conjunto de formación de fundas

➤ Subrutina Modo Proceso o Prueba para el Conjunto de Formación de Fundas

En estos dos modos de funcionamiento se arrastra la lámina, se elabora la funda soldando la lámina a la temperatura establecida y se realiza un determinado número de fundas con un peso definido.

Al recibir la orden de proceso el microcontrolador realiza acciones para iniciar el enfundado de producto como son: revisar el dato del peso y calentar las matrices de soldado vertical y horizontal hasta la temperatura ingresada. Si la temperatura medida es igual o pasa el valor seteado, la matriz está lista para soldar.

Para hacer la manga se dobla la lámina de polietileno para darle forma y se la suelda verticalmente.

Una vez lista la manga se espera que el producto se deposite en la bolsa para soldar la parte horizontal cerrando la boca de funda y formando la base de la nueva.

Finalmente, se fractura la funda para obtener paquetes individuales y se compara el número de fundas hechas con el número a realizar para repetir la operación o salir del modo de funcionamiento.

El modo de prueba se diferencia del modo de proceso por la elaboración de la primera funda sin producto.

En la Figura 3.5.2 se indica la subrutina de modo de proceso.

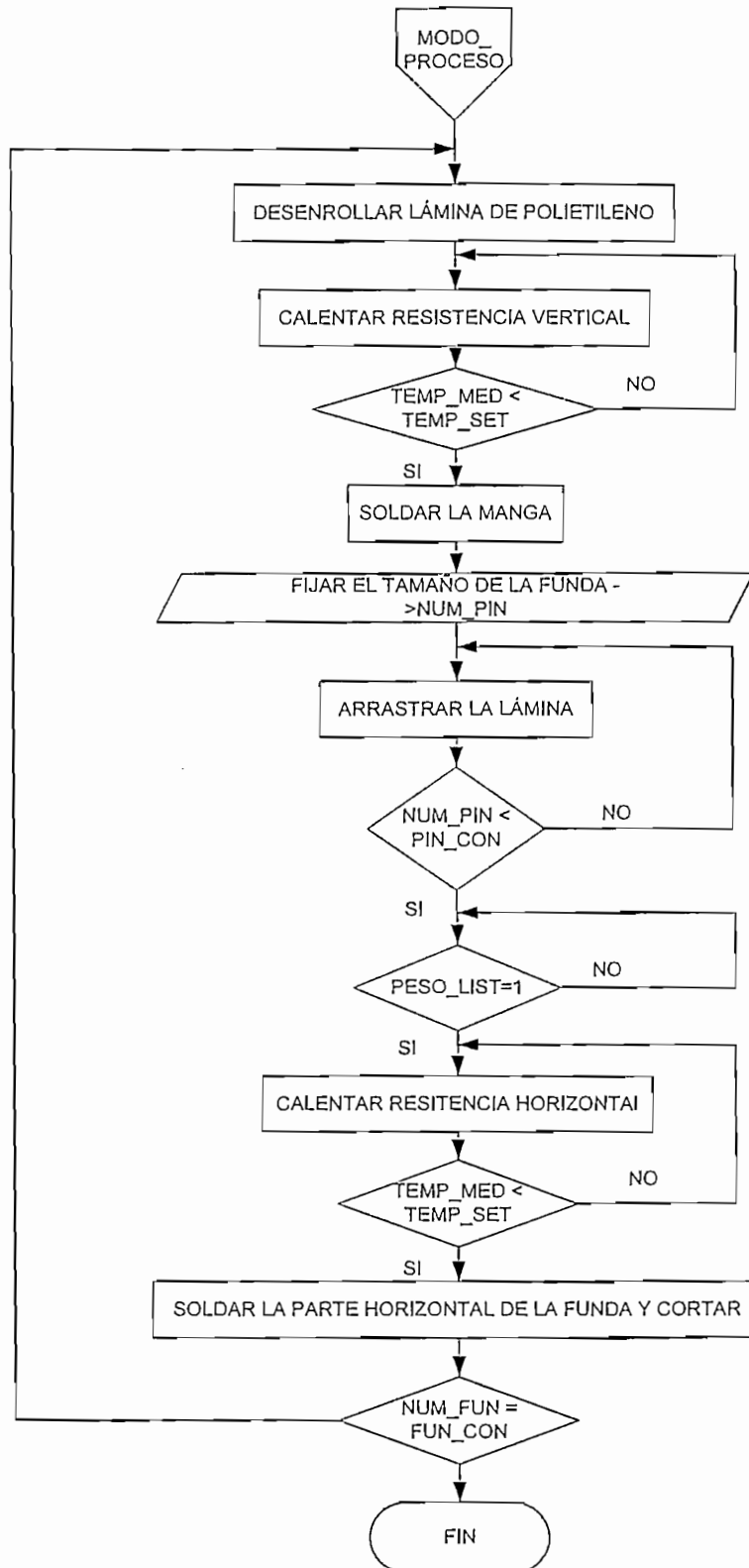


Figura 3.5.2.- Subrutina modo de proceso para el conjunto de formación de fundas.

➤ Subrutina Modo de Testeo para el Conjunto de Formación de Fundas

En la comprobación del funcionamiento de la máquina se tiene un modo de testeo donde se accionan ciertos elementos móviles comprobando su correcto funcionamiento (ver Figura 3.5.3).

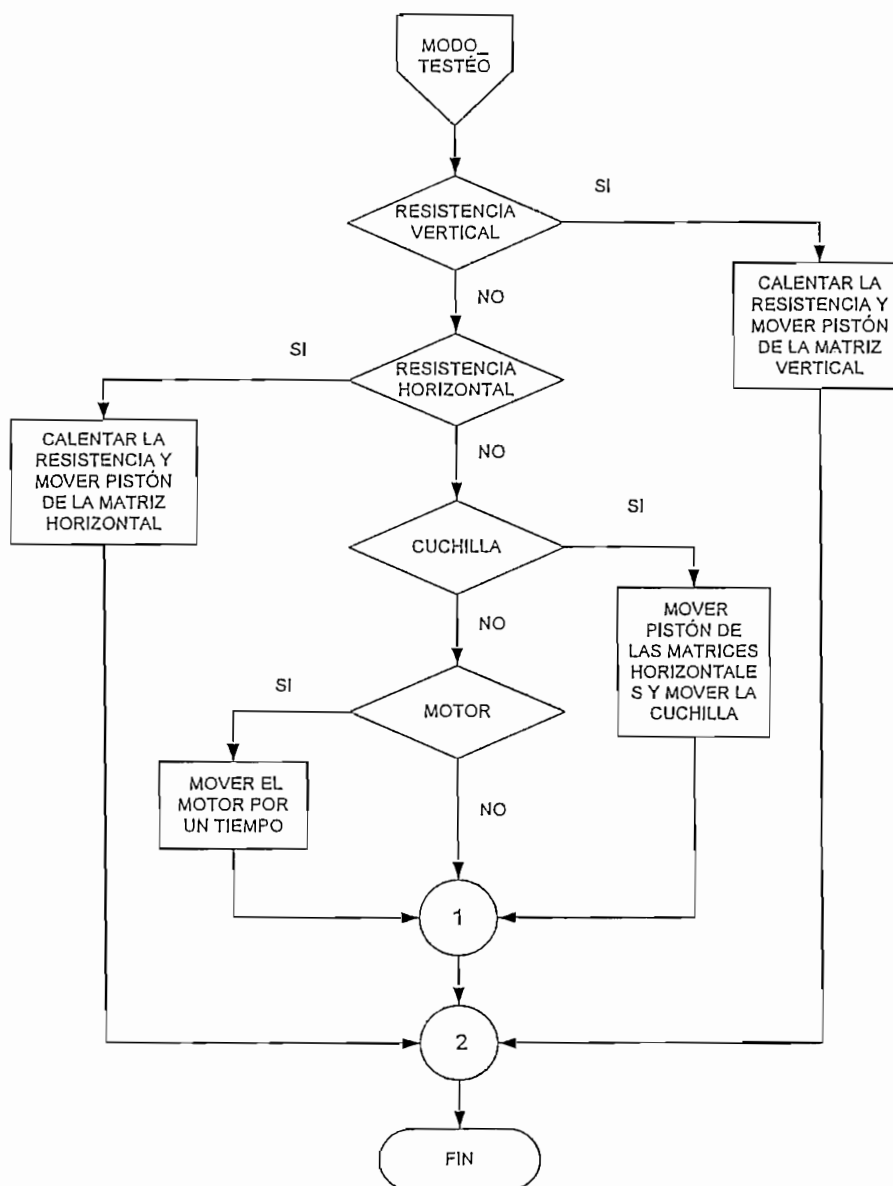


Figura 3.5.3.- Subrutina modo de testeo para el conjunto de formación de fundas.

3.2.2 DISEÑO DE LOS CIRCUITOS DEL CONJUNTO DE FORMACIÓN DE FUNDAS

El conjunto está formado por las tarjetas central, de acondicionamiento de temperatura y de detección de fases; por elementos como sensores de temperatura, pulsadores de encendido y de paro de emergencia; luces indicadoras de falta de fase, relés de estado sólido, sensor de pines, un contactor y las electroválvulas

Toda la información es procesada por un microcontrolador que maneja la información de los sensores y ejecuta acciones de acuerdo a la lógica de programación (ver Figura 3.6).

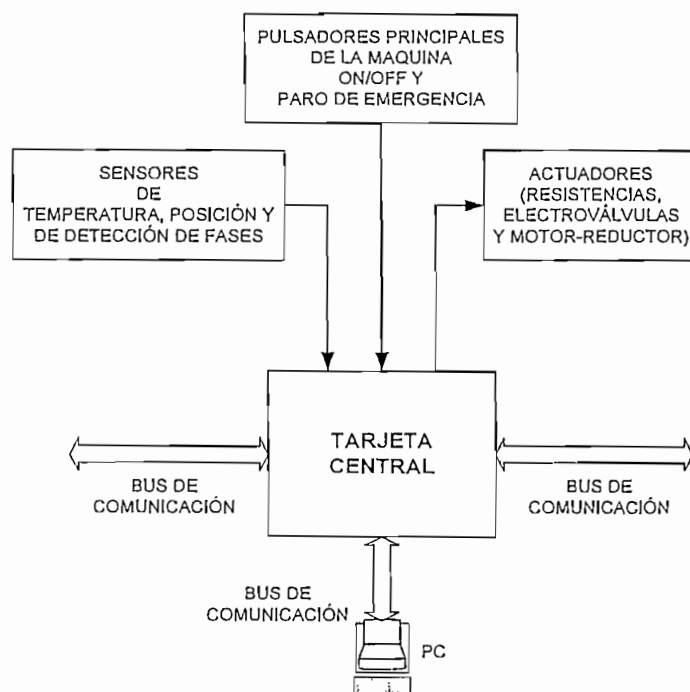


Figura 3.6.- Elementos que conforman el conjunto.

El diseño de las tarjeta se indica en la Figura 3.6.1 y Figura 3.6.2 (tarjeta central), en la Figura 3.7 (tarjeta de acondicionamiento de temperatura) y en la Figura 3.8 (tarjeta para la detección de fases)

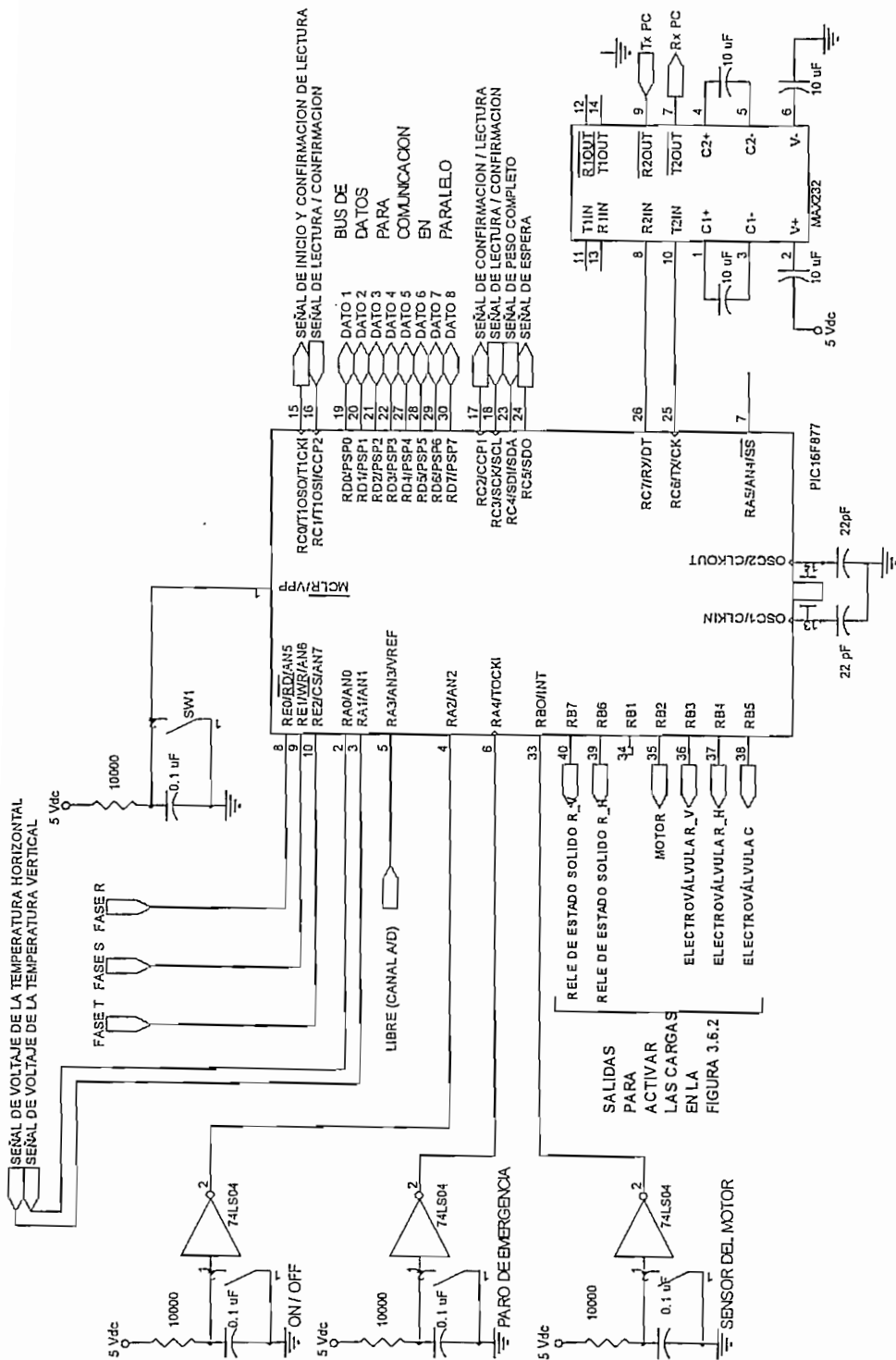


Figura 3.6.1.- Esquema de la tarjeta central para el conjunto de formación de fundas

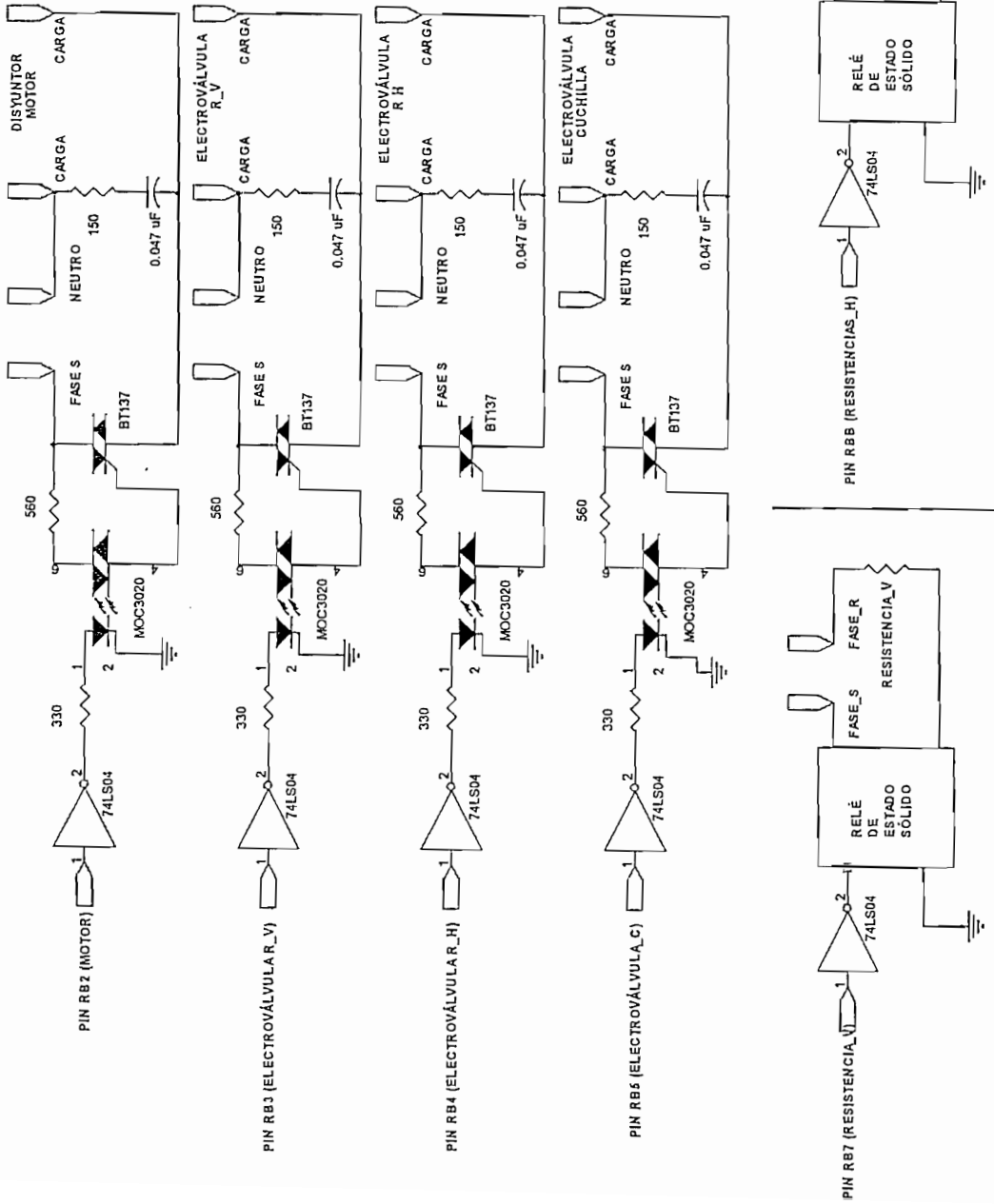


Figura 3.6.2.- Esquemas de los circuitos para manejar las cargas de la tarjeta de central.

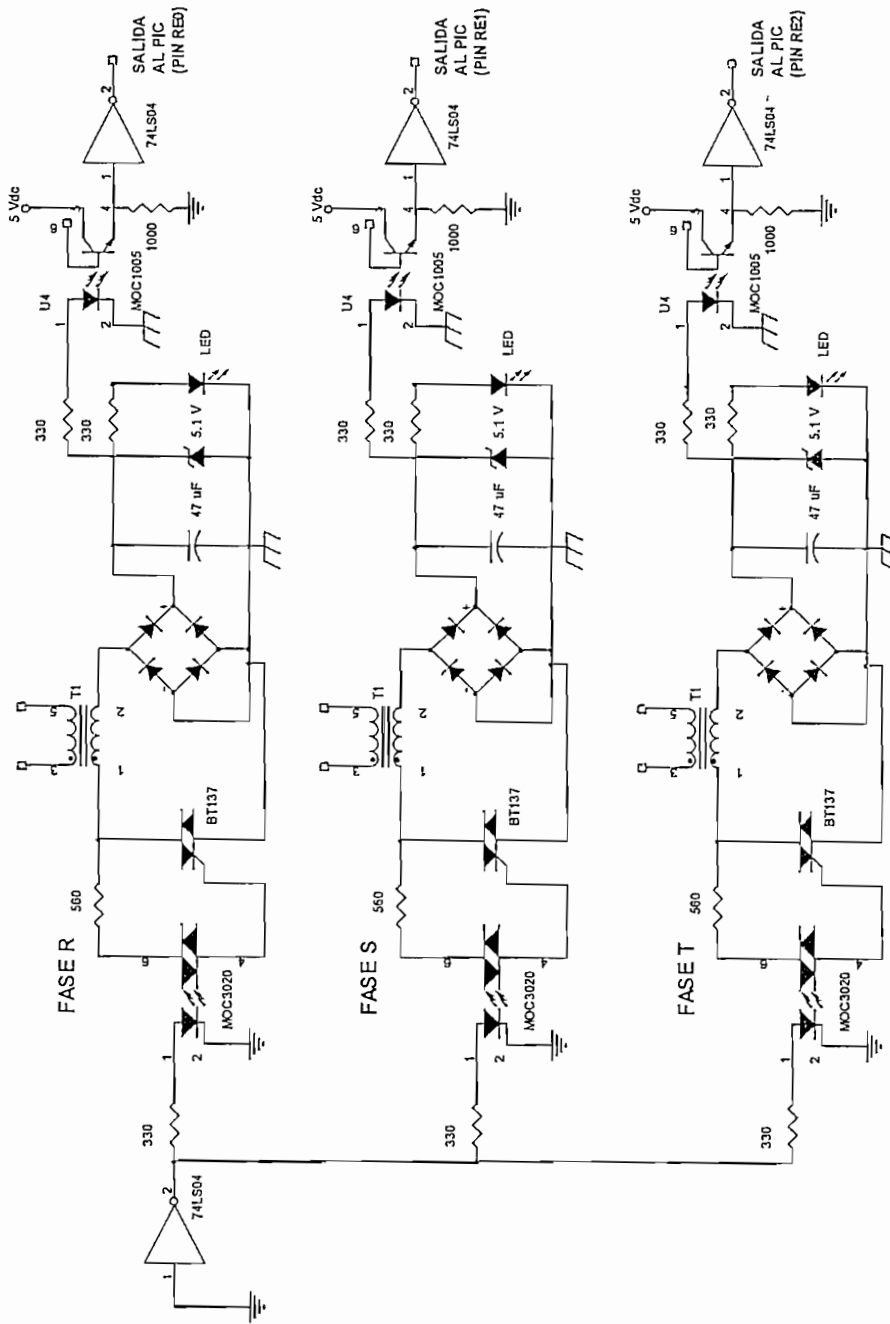


Figura 3.7.- Esquemas de los circuitos para la detección de las fases R, S, T.

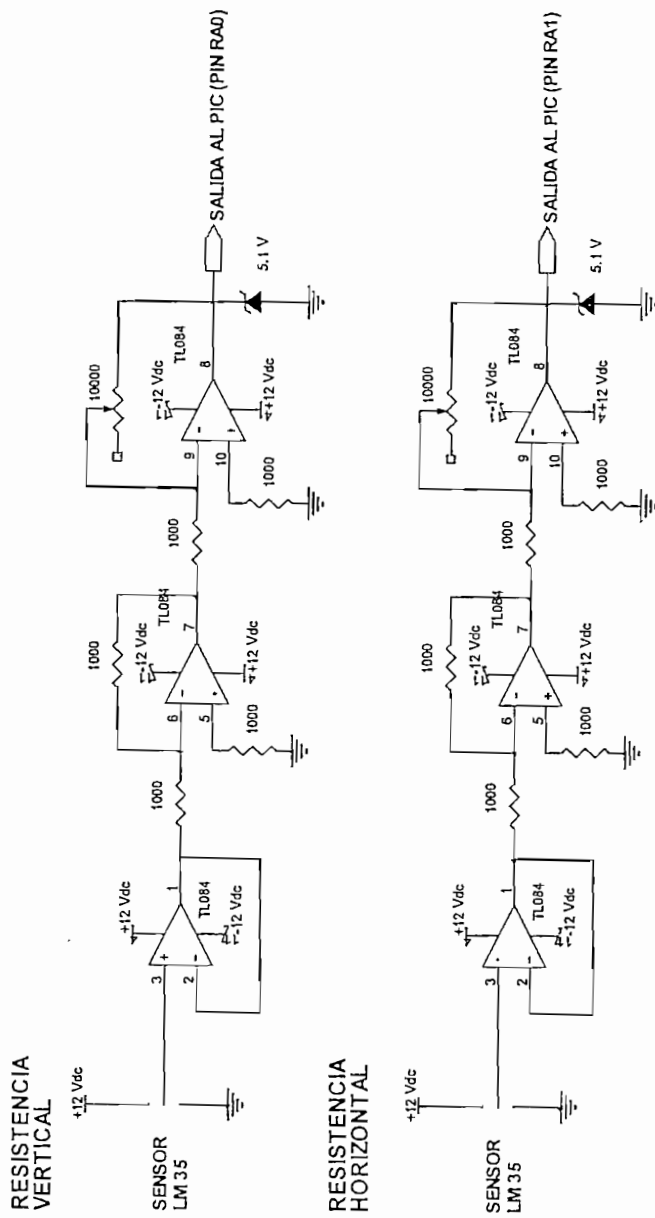


Figura 3.8.- Esquemas de los circuitos de acondicionamiento de temperatura

3.2.3 PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR DE LA TARJETA CENTRAL DE FORMACIÓN DE FUNDAS

El programa implementado en el microcontrolador (ver ANEXO A) y con la ayuda de elementos externos tiene la capacidad de ejecutar las siguientes acciones:

- Encender y apagar la máquina
- Parar y apagar si se da un paro de emergencia
- Detectar la presencia de las fases
- Monitorear si la tolva primaria está con producto
- Desenrollar la lámina y arrastrar la manga de polietileno
- Soldar la parte vertical y horizontal
- Cortar la funda
- Manejar los componentes electro-mecánicos en modo de testeo
- Realizar la comunicación con el computador y con otros microcontroladores
- Codificar y dar las respectivas órdenes de acuerdo al modo de funcionamiento (proceso o prueba)
- Pausar un proceso de acuerdo a las necesidades de la máquina

El programa está dividido en las siguientes secciones:

- Configuración del microcontrolador
- Inicialización de registros auxiliares y de los componentes externos
- Encendido de la de la máquina

- > Control de pulsadores y de datos
- > Interrupciones.

3.2.3.1 Configuración del Microcontrolador

➤ Configuración de Pines

El microcontrolador inicialmente debe configurar sus puertos como entradas y salidas para posteriormente realizar cualquier tipo de acción. La configuración que realiza es en base al gráfico de la Figura 3.6.1.

Los pines mencionados a continuación son establecidos como entradas digitales.

- RA2 dedicado a verificar el estado del pulsador de encendido
- RA4 comprueba el estado de los capuchones de paro de emergencia
- RE0, RE1 y RE2 detecta la presencia de las fases R, S y T
- RB0 identifica la posición del contacto interno del sensor de posición del piñón del motor, generando interrupción cada vez que abra o cierre el contacto
- RC1 y RC3 son empleados para la comunicación como pines de lectura.
- RC7 es para la recepción de datos de la comunicación con el computador

Los pines configurados como salidas digitales son:

- RB2 acciona al contactor del motor
- RB3 activa la electroválvula de soldado vertical

- RB4 controla a la electroválvula de soldado horizontal
- RB5 opera a la electroválvula que mueve la cuchilla
- RB6 y RB7 son utilizadas para manipular a los relés de estado sólido
- El puerto D es configurado como salida digital y es usado para la transmisión de datos con los microcontroladores del conjunto de ponderación y del de ingreso y visualización de datos
- RC0 y RC2 forman parte de las líneas necesarias para la comunicación y son los que dan la señal de escritura a las otras tarjetas
- El pin RC6 es la salida de datos para la transmisión serial

Además, RA0 (canal 0), RA1 (canal 1) y RA3 (canal 3) son entradas analógicas usadas para medir la temperatura de soldado vertical y horizontal

➤ Configuración del Módulo de Conversión Análogo-Digital

Se utiliza el canal 0 y el canal 3 estableciéndolos como conversores de 8 bits manteniendo una resolución de 0.0196 Vdc por cada grado de variación.

$$resolución = \frac{V_{MAX}}{2^n} \quad \text{Ec. 3.1}$$

Donde:

V_{MAX} es el voltaje máximo de fondo de escala del conversor a/d

n es el número de bits del conversor.

Remplazando en la ecuación Ec. 3.1 se tiene

$$resolución = \frac{5}{2^8} = 0.0196 \cdot \frac{V_{dc}}{^a C}$$

➤ Configuración del Timer

Se configura al timer 1 como un contador de 16 bits para generar una base de tiempo de 50 mseg, utilizada para iniciar la comunicación con los microcontroladores.

➤ Configuración de la Interrupción Externa

La interrupción externa es habilitada siempre que sea necesario el movimiento del motor y se la detecta sea por flanco de subida o de bajada.

➤ Configuración del Módulo de Comunicación Serial

Para la comunicación con el computador se utiliza el módulo de comunicación serial USART (Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter) del microcontrolador.

Se configura a la comunicación como asincrónica, de alta velocidad, 8 bit y a 9600 BPS (bytes por segundo).

Para que exista la comunicación se debe habilitar al pòrtico de comunicación, también la transmisión y recepción de datos continuamente y además la interrupción por recepción de datos.

➤ Habilitación de Interrupciones

Una vez que se han configurado los puertos, el timer, la comunicación serial y la interrupción externa se habilitan la interrupción general e interrupción periférica.

3.2.3.2 Inicialización de Registros y Componentes Externos

El microcontrolador procede a asignar valores iniciales que pueden ser cero o una cantidad propia a los registros de encendido, paro de emergencia, proceso, prueba, mantenimiento, comunicación serial, comunicación con los microcontroladores, registros auxiliares de temperatura, peso y número de fundas entre otros.

La tarjeta de formación de fundas envía un dato a las de ponderación y de ingreso y visualización de datos para que asignen a sus respectivos registros cantidades preliminares como peso, número de fundas, modo de funcionamiento, entre otros.

Los estados iniciales de los cilindros son de vástagos recogidos manteniendo abiertas las matrices para el soldado horizontal y vertical, al igual que la cuchilla, los relés de estado sólido están apagados y el motor permanece parado.

3.2.3.3 Encendido de la Máquina

Para encender la máquina el programa permanece dentro de un lazo revisando el pulsador de ON/OFF y el dato de encendido enviado desde el computador. Una vez dada la orden inicia la comunicación con los otros micros prendiendo a la tarjeta de ingreso de datos, de ponderación y ejecuta el programa del computador.

En memoria se guardan los datos de peso, número de fundas y temperatura vertical y horizontal, que son recibidos por la comunicación con el PC o con la tarjeta de ingreso de datos, cualquiera de las variables puede ser cambiada en el transcurso

del funcionamiento de la máquina y las variables son utilizadas en modo de proceso prueba o mantenimiento.

3.2.3.4 Control de Pulsadores y de Datos

En esta parte se tiene un retardo para realizar la presentación del proyecto y además verificar el estado de la máquina tomando las decisiones respectivas si existe alguna anomalía.

El programa se mantiene en un lazo revisando los pulsadores de ON/OFF y de paro de emergencia, la existencia de las fases, y el monitoreo de producto en la tolva primaria. Además compara los datos obtenidos de la comunicación que son los de prueba, proceso, o mantenimiento de la máquina. Los mismos datos pueden ser adquiridos desde el computador.

Dependiendo del estado de los pulsadores y de la función asignada se realizan las siguientes acciones:

➤ Apagar la Máquina

Al detectar la variación del estado lógico del pulsador de ON/OFF, el microcontrolador asigna valores preliminares a todos los registros, sitúa a los componentes externos en condiciones iniciales y transfiere el dato de apagado que es reconocido por los otros dos módulos. Esta disposición puede darse en cualquier instante del funcionamiento de la máquina.

➤ Paro de Emergencia

Al ser presionado el capuchón de paro de emergencia queda enclavado mecánicamente. Las acciones llevadas a cabo por los

controladores son: fijar en condiciones iniciales a todas las electroválvulas, contactor del motor y relés de estado sólido, y apagar el LCD y las luces de funcionamiento de la máquina.

Una vez que se ha eliminado la falla y el switch de paro de emergencia ha sido librado de su estado, se apaga la máquina, para borrar todos los registros y de esta manera restablecer los valores iniciales de las variables.

➤ Proceso

El dato puede ser enviado desde el computador o desde el panel de control, en este modo se realizan fundas llenas de producto. Además se necesitan los datos de peso y número de fundas y se transmiten éstos al sistema de dosificación, al computador y a la tarjeta de ingreso y visualización de datos.

Al recibir la orden de proceso el microcontrolador realiza acciones para iniciar el enfundado de producto como son: revisar el dato del peso y calentar las matrices de soldado vertical y horizontal hasta la temperatura ingresada.

De acuerdo al comportamiento de la matriz de soldado se establece un rango menor a la temperatura seteada y así evitar la inercia de calentamiento.

Se controla el calentamiento de las resistencias conectando y desconectando la alimentación un tiempo determinado. Para valores de temperatura menores al rango el tiempo de conexión es de 2 segundos y para valores mayores al rango es de 1 segundo. El tiempo de apagado es el mismo para los dos casos siendo de 300ms.

Si la temperatura medida es igual o pasa el valor seteado indica que la matriz está lista para soldar la parte vertical y horizontal de la manga de polietileno.

Para formar la manga el microcontrolador realiza las siguientes acciones: prende el motor hasta contar un número de pines determinado para dar la longitud de la funda, acciona la matriz de soldadura vertical, reanuda el movimiento del motor para volver a soldar la parte vertical y tener lista la funda.

Una vez elaborada la manga espera la presencia de producto para cerrar la boca de la funda.

En modo proceso se hace un número de fundas iguales al dato fijado previamente o reprogramado en condiciones de operación.

Si se da la orden de pausa desde el computador o desde el panel de control el proceso de enfundado termina la funda y para la máquina, esperando el dato de continuar para seguir con el enfundado.

Si se da una orden de apagado o paro de emergencia se finaliza con el proceso de enfundado.

➤ **Prueba**

En este modo de operación se realizan las mismas acciones que en modo de proceso, con la diferencia que se realiza una funda sin producto. Si hay una orden de pausa en la máquina se da por terminado el enfundado, haya o no realizado el número de fundas asignadas.

> **Testeo**

En este modo se verifica el accionamiento y funcionamiento de cada uno de los componentes.

Los datos de accionamiento son enviados desde el computador o panel de control, calentando y moviendo la resistencia vertical y horizontal, cortando la funda, y moviendo el motor.

> **Detección de Fases**

El microcontrolador realiza una revisión constante de los pines del pórtico E que es donde están conectadas las señales de detección de las fases.

Al detectar la falta de una de ellas o de la tres detiene el funcionamiento de la máquina en cualquier instante, dando por terminado el enfundado. En estos casos debe tomar datos de peso desfogado, enfundado y el número de fundas totales, los cuales son enviados a la tarjeta de ingreso y visualización de datos.

> **Falta de Producto**

El dato es enviado por el sistema de ponderación el cual maneja al sensor de presencia de producto. Al recibir dicho dato el microcontrolador del conjunto de formación de la funda detiene la máquina, impidiendo el ingreso al modo de funcionamiento de prueba o proceso. Para este caso también se da por terminado el enfundado.

Se debe notar que las tareas más importantes son escanear los estados de los pulsadores de ON/OFF, paro de emergencia, la existencia de las fases y la presencia de producto en la tolva.

3.2.4 COMPONENTES DEL HARDWARE DEL CONJUNTO DE FORMACIÓN DE FUNDAS

A continuación se detallan todos los componentes utilizados en el conjunto de formación de fundas, así como también el diseño de los circuitos implementados para manejarlos.

3.2.4.1 Tarjeta Central

Está compuesta de un microcontrolador, cinco circuitos de disparo para manejar cargas de voltaje AC, dos entradas analógicas, seis entradas digitales, dos salidas digitales, dos compuertas lógicas, un convertidor de señales MAX-232, resistencias, capacitores y un oscilador como se indica en la Figura 3.9.

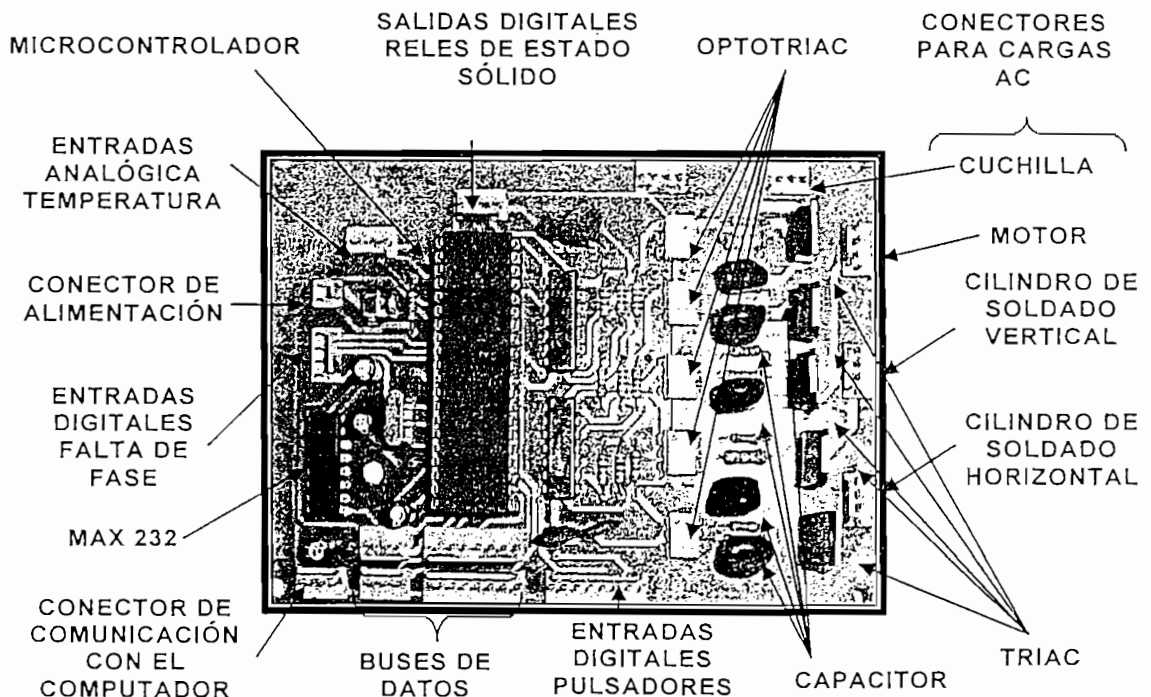


Figura 3.9.- Tarjeta Central del conjunto de formación de fundas

➤ Microcontrolador del Conjunto de Formación de Fundas

La tarjeta es gobernada por un microcontrolador PIC 16F877A que presenta elementos básicos para el control como son los siguientes: canales A/D, contadores, módulo para la comunicación serial, interrupción externa, 8K de memoria para programa, entre otros.

Las entradas digitales reconoce señales lógicas de 1L o 0L. Comprendiendo los voltajes de 0 hasta 0.8 Vdc como 0L y de 2.9 a 5 Vdc como 1L. Las entradas analógicas trabajan normalmente de 0 a 5 Vdc.

➤ Circuitos de Disparo para Manejar Cargas AC

El circuito que se diseña (Figura 3.10) es utilizado para activar cargas de alimentación alterna como por ejemplo contactores, luces indicadoras, electroválvulas, puente rectificador entre otros, elementos utilizados por este y los demás conjuntos de la máquina.

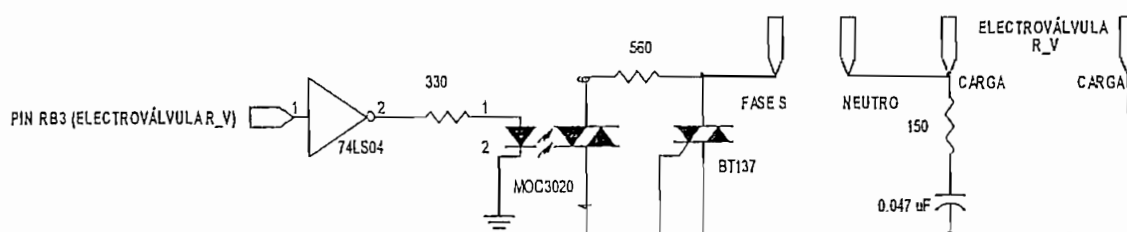


Figura 3.10.- Circuito de activación de cargas de alimentación alterna

Para la formación de fundas se acciona tres electroválvulas dos de 110 Vac y una de 220Vac y un contactor de 220Vac. La corriente máxima que circula por cualquiera de los elementos es de 0.080 A

Para aislar las señales de control con el circuito de potencia se utiliza un optoaislador (optotriac). y el elemento que permite la excitación de la carga es un switch electrónico (triac).

Con la señal de control de 5 Vdc se excita al diodo del optotriac por el cual debe circular una corriente máxima de 35 mA (según especificaciones del fabricante). Reemplando en la ecuación Ec. 3.2 se tiene:

$$R = \frac{V}{I} \quad \text{Ec. 3.2}$$

Donde:

R resistencia para limitar la corriente [Ω]

V voltaje de la fuente [Voltios]

I corriente máxima que debe pasar por el diodo [Amperios]

Reemplazando valores en la ecuación Ec. 3.2, se tiene:

$$R = \frac{5.Vdc}{0.035.A} = 142.8\Omega$$

La resistencia utilizada es de 330Ω obteniéndose una corriente de 0.015 A suficiente para activar el diodo.

Al Mt2 del triac se conecta la fase de la fuente y la resistencia que va a Mt2 del optoaislador. El valor del resistor debe ser menor a 1000Ω por lo que se coloca una de 560Ω .

Del Mt1 del optoaislador proviene la señal de mando la cual ingresa al gate del triac permitiendo activar al mismo.

Se cierra el circuito de potencia acoplado el neutro a un lado de la carga y el otro lado al Mt1 del switch electrónico.

La capacidad de corriente del triac es de 10 A, y su voltaje máximo de operación es 600 Vac. Los elementos están sobredimensionados por su fácil ubicación en el mercado. La carga máxima que puede manejar este triac es de 200 Vac y 3 A.

Sí la carga a alimentar es inductiva se ubica una red RC en paralelo con la bobina evitando que se produzca chispa y apagando el elemento de potencia (ver ANEXO I).

Los valores de la resistencia (R) son pequeños en el orden de cientos de ohmios y los del capacitor (C) va por las decenas de nF. Estos valores se los pudo observar en tarjetas electrónicas de otras máquinas que manejaban este tipo de cargas.

Para este caso donde se manejan potencias bajas debido a la corriente que circula por las cargas se escoge una $R = 150 \Omega$ de $\frac{1}{2}$ watio y un $C = 0.047 \mu\text{F}$ cerámico de 400 V.

Los valores de resistencia y capacitores utilizados se obtuvieron a través de pruebas y trabajos desarrollados.

Este diseño puede servir para manejar cargas con diferentes valores o niveles de voltajes de alimentación alterna (6, 12, 24, 32, 110 y 220 Vac).

➤ Circuitos para Evitar Rebotes

Este circuito se utiliza para cualquier switch mecánico que genere rebotes, tales como finales de carrera, pulsadores y capuchones de paro de emergencia.

El switch es alimentado con un voltaje de 5 Vdc como se ve en la Figura 3.11.

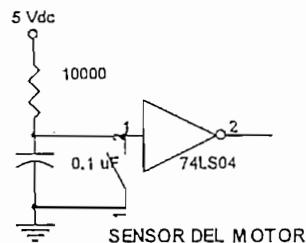


Figura 3.11.- Circuito de acondicionamiento de señal del sensor de vueltas del motor

Las señales que genera el sensor son 0_L o 1_L , las cuales se consiguen conectando en serie una resistencia a la fuente con un extremo del switch mientras el otro va a tierra.

Los rebotes se eliminan colocando en paralelo a los contactos del final de carrera un capacitor, evitando que se detecte las aperturas instantáneas. El tiempo de carga de un capacitor está dado por la ecuación:

$$\tau = R * C \quad \text{Ec. 3.3}$$

Donde:

τ es el tiempo de carga del capacitor [segundos]

R resistencia de carga [Ω]

C capacitor [μF]

Debido a la necesidad de evitar rebotes producidos por el movimiento del motor, tomando un valor del capacitor de $C = 0.22 \mu\text{F}$ y un tiempo estimado de 0.0022 seg. , se calcula el valor de la resistencia despejando de la ecuación Ec. 3.3 y reemplazando valores como se indica a continuación:

$$R = \frac{2.2 * 10^{-3}}{0.22 * 10^{-6}} = 10000 \Omega \quad \text{Ec. 3.3}$$

➤ Compuertas Lógicas

Las compuertas 74LS04 son utilizadas para la eliminación de rebotes y estabilización de las señales a 0_L y a 1_L en todos los circuitos de la máquina. Además se la utiliza para manejar señales lógicas invertidas y como protección de los pines del microcontrolador a fallas eléctricas, producidas por el incremento de la corriente a la entrada o a la salida.

➤ Max 232

La tarjeta tiene la capacidad de comunicarse con el computador a través del protocolo de comunicación serial RS-232, el cual necesita voltajes de $+12$ y -12 (Vdc). Debido a que el microcontrolador trabaja con voltajes TTL (0 y 5 Vdc) se utiliza un MAX-232 con la configuración que se indica en la Figura 3.12 como la interfase de la comunicación.

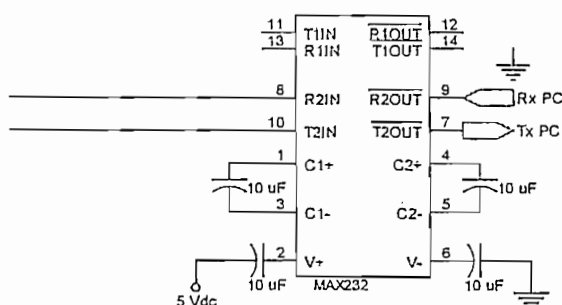


Figura 3.12.- Conexiones del MAX 232

3.2.4.2 Sensor de Temperatura y acondicionamiento de señal de Voltaje de 0 a 5 Vdc

La tarjeta (Figura 3.13), acondiciona de 0 a 5 Vdc las señales proporcionadas por los sensores de temperatura LM 35 (ver ANEXO E), cuyo rango de medición es $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $150\text{ }^{\circ}\text{C}$. La salida del elemento de medición es directamente proporcional a la variación de temperatura dando una señal de 10 mV por $1\text{ }^{\circ}\text{C}$. por tal razón la señal analógica generada es de -0.55 a 1.5 Vdc, la cual es acondiciona de 0 a 5 Vdc para que pueda ser procesada por el microcontrolador.

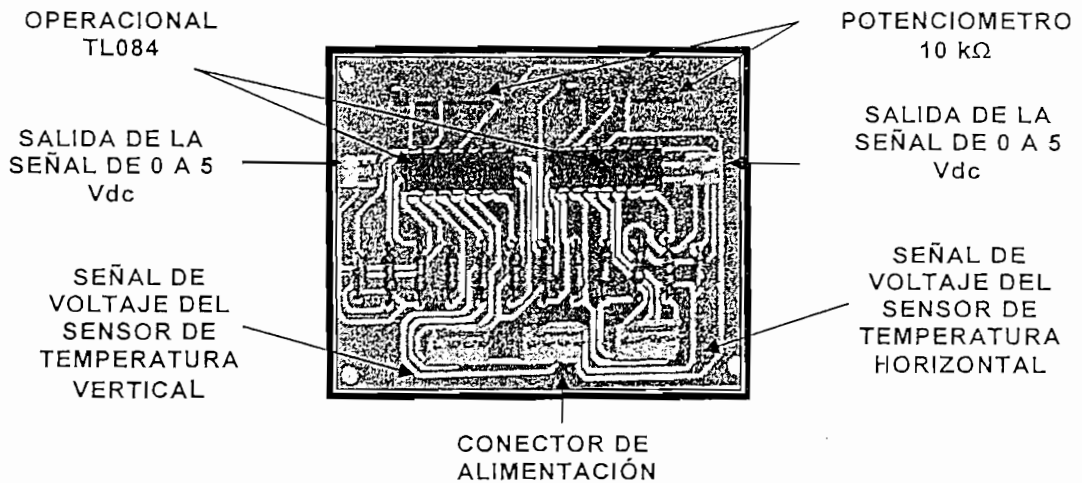


Figura 3.13.- Tarjeta acondicionamiento de los sensores de temperatura

Para diseñar el acondicionador se utiliza el integrado TL084 como se ve en la Figura 3.14.

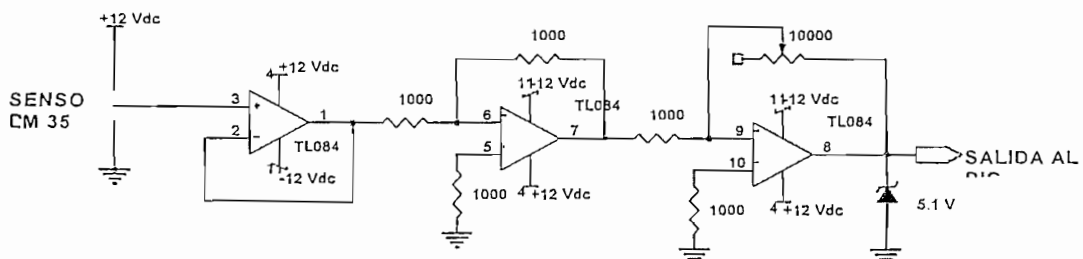


Figura 3.14.- Circuito de acondicionamiento de la señal de voltaje para un sensor LM35

Las siguientes operaciones son realizadas por los operacionales: estabilizar el voltaje del sensor a través de un seguidor, amplificar la señal e invertirla para tener un rango de 0 a 5 Vdc,

3.2.4.3 Tarjeta de detección de fases y luces indicadoras

La tarjeta que se indica en la Figura 3.15, consta de tres circuitos de disparo para activar cargas de voltaje AC, una compuerta negadora, tres luces indicadoras y tres acondicionadores de señal.

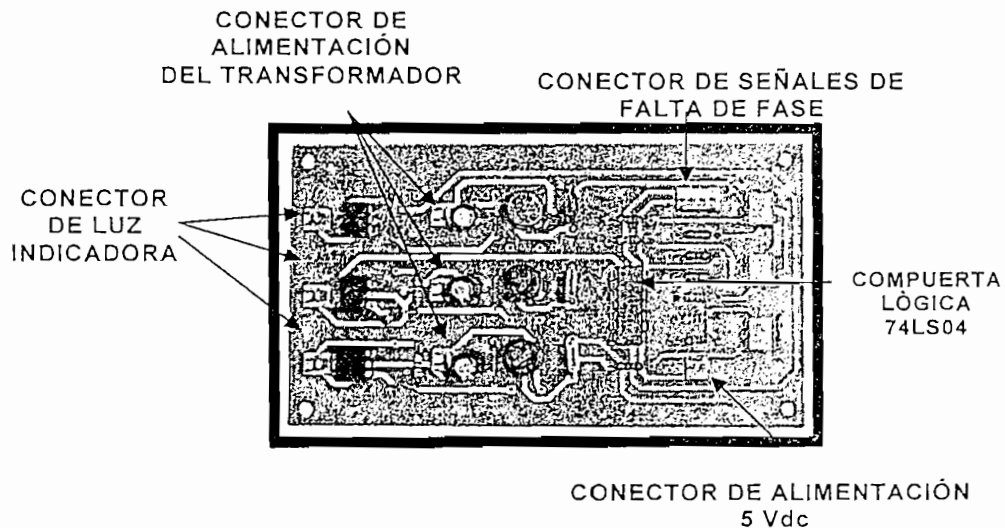


Figura 3.15.- Tarjeta de acondicionamiento para la detección de fases

Las señales acondicionadas son aisladas por optotransistores para luego ingresar al microcontrolador.

El circuito de disparo para activar cargas de voltaje AC es explicado anteriormente, con la única diferencia que la carga es un puente rectificador de voltaje como se indica en la Figura 3.16.

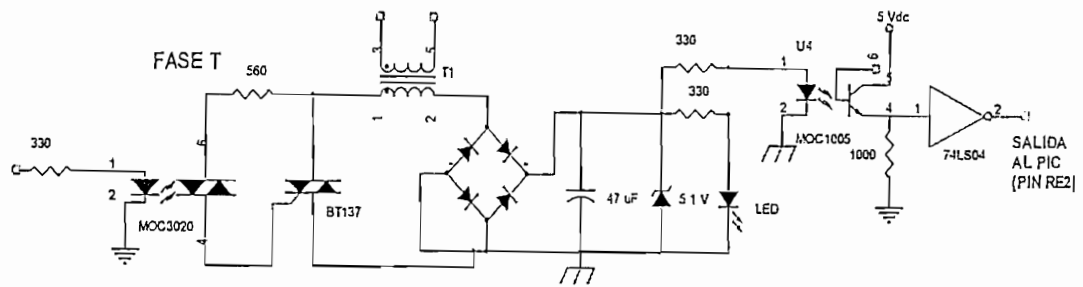


Figura 3.16.- Circuito de detección de la fase R

La señal rectificada obtenida del puente, es filtrada por el capacitor manteniendo estable el voltaje, esta última es utilizada para encender las luces indicadoras de fase y para activar al diodo del optotransistor el cual es activado a través de una resistencia de 330Ω .

El colector del transistor del encapsulado está conectado a la fuente general de alimentación y el emisor a tierra por una resistencia de 1000Ω .

Al estar presente la fase, polariza directamente el diodo del optotransistor activando y generando una señal de salida en el emisor que es ingresada a la compuerta negadora para ser estabilizada e incorporada al microcontrolador.

3.2.4.4 Sensor de Posición del Motor

Para controlar la cantidad de manga se ha adaptado un final de carrera (Switch) en el piñón del motor de tal manera que cada diente presione el sensor mientras va girando.

3.2.4.5 Pulsadores de Encendido y de paro de Emergencia

La tarjeta del conjunto de formación de funda controla el pulsador de encendido (sin enclavamiento) y los dos capuchones de paro de emergencia (con enclavamiento).

3.2.4.6 Contactor

El contactor que alimenta el motor trifásico para arrastrar la manga de polietileno se acciona con un voltaje de alimentación de 220 Vac a través del circuito de disparo para activar cargas de voltaje AC analizado anteriormente.

El contactor es un AC-3, con un voltaje máximo de 600 Vac y para manejar cargas de 1 HP.

3.2.4.7 Relés De Estado Sólido

Para calentar las matrices de soldado se encuentran en ellas resistencias tubulares de 400 W 220 Vac de alimentación. Para controlar el voltaje de alimentación se utilizan relés de estado sólido. Son elementos que no producen ruido y fácilmente controlables con voltajes TTL.

3.3 CONJUNTO DE PONDERACIÓN

Otra tarea a cumplir es pesar y enfundar el producto como se indica en el Figura 3.17.

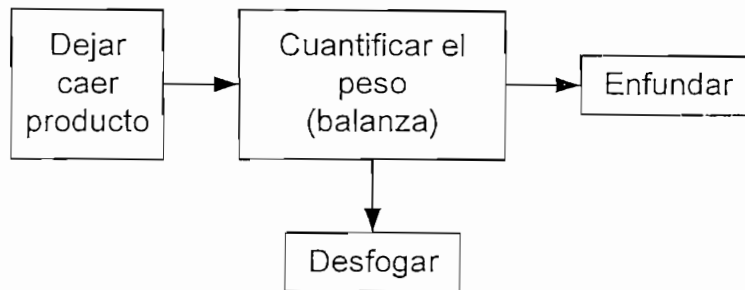


Figura 3.17.- Diagrama de bloques para pesar y enfundar o desfogar el producto.

3.3.1 LÓGICA DE FUNCIONAMIENTO DEL CONJUNTO DE PONDERACIÓN

El conjunto debe ser encendido y disponer de datos de peso y número de fundas. Una vez que tenga los datos debe recibir la orden para iniciar el enfundado donde realiza las funciones asignadas a este conjunto.

Una condición básica del conjunto para que funcione de una manera adecuada, es que exista producto en la tolva primaria para poder pesar y llenar la funda, por esta razón se implementó un sensor de presencia.

Dependiendo de la orden que reciba el conjunto procede a apagarse, o a ingresar al modo de proceso o testeo. La lógica de funcionamiento del conjunto se ve en la Figura 3.18.1.

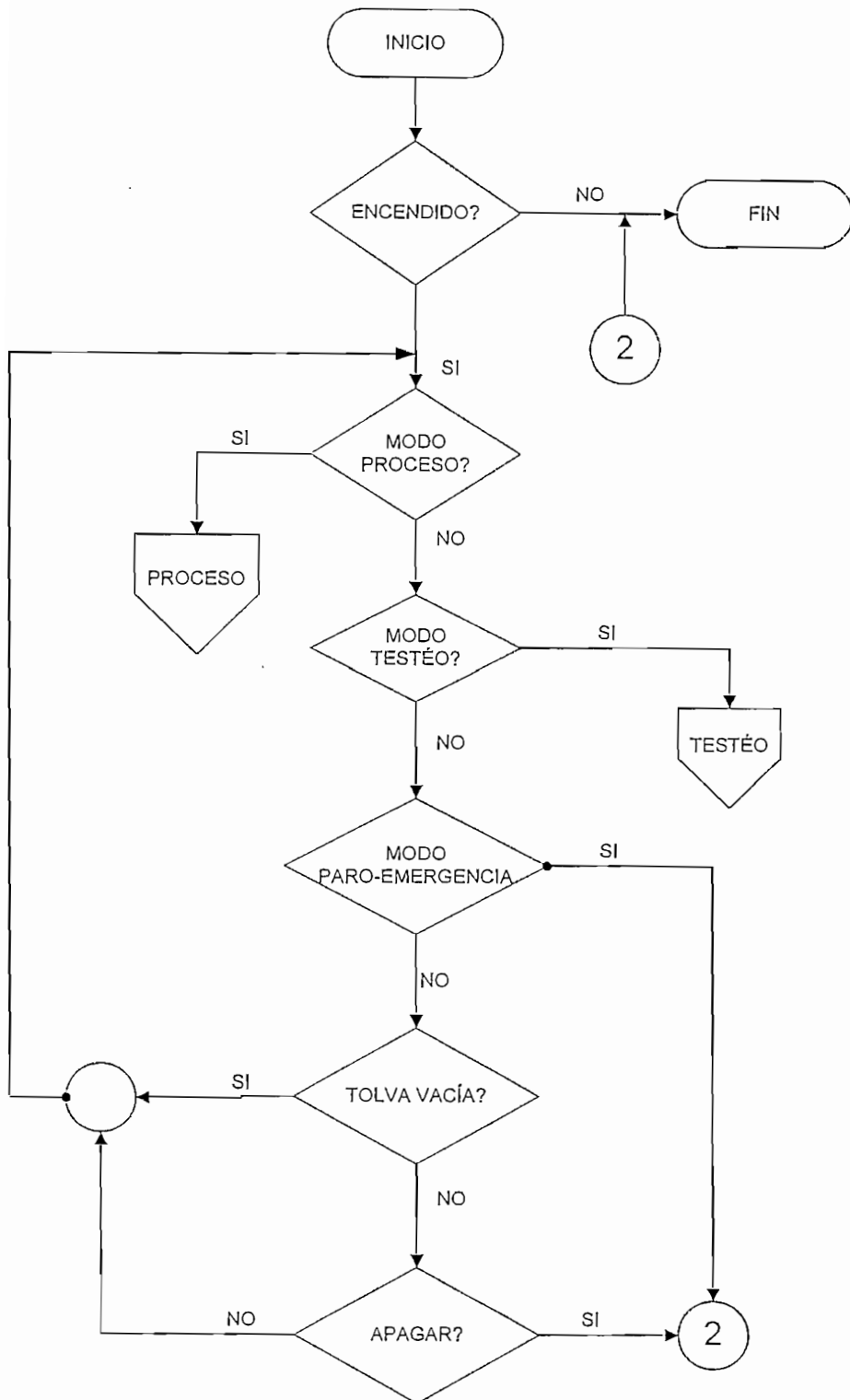


Figura 3.18.1.- Diagrama de flujo de la lógica de funcionamiento del conjunto de ponderación

➤ Subrutina Modo de Proceso para el Conjunto de Ponderación

Al ingresar a esta subrutina se empieza desfogando el material presente en la balanza.

El procedimiento de desfogue consiste en desplazar la paleta de distribución a la posición de desfogue y abrir la compuerta de la tolva de ponderación.

En este modo de funcionamiento el conjunto detecta la presencia de grano, para proceder a realizar la ponderación del mismo o para salir del proceso de enfundado.

El procedimiento de pesado empieza abriendo la compuerta de paso del producto para que caiga en la tolva de ponderación, se pesa el grano y se compara con el peso seteado si el resultado está dentro de un rango permitido se procede a enfundar y si se ha pasado del rango se desfoga el producto. En el caso de que el valor es menor se procede a repetir el pesado.

Una vez con el producto se espera el dato de bolsa lista para recibir el producto enviado por el conjunto formador de fundas para proceder a descargar la tolva.

Este procedimiento se lo realiza hasta llegar a la cantidad de fundas necesarias para finalmente salir del modo de proceso.

La subrutina de modo de proceso se puede ver en la Figura 3.18.2.

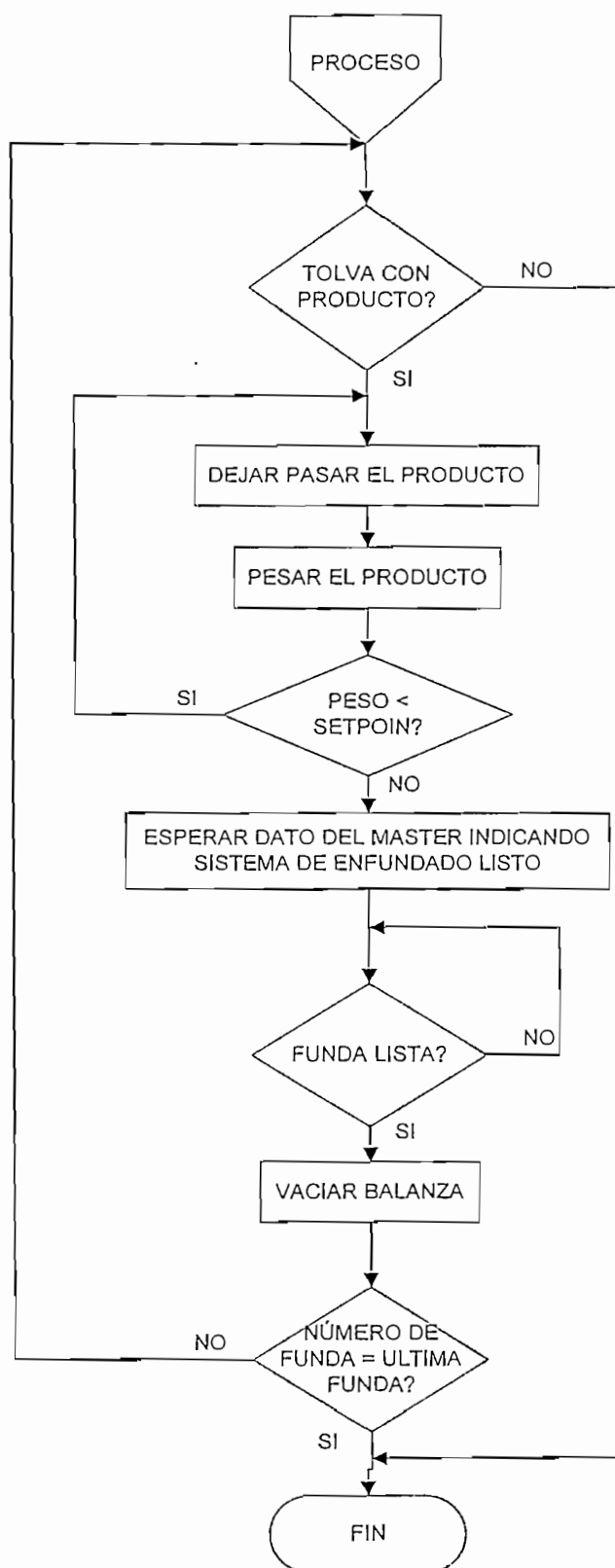


Figura 3.18.2.- Modo de proceso

➤ Subrutina modo de Testeo para el Conjunto de Ponderación

Para la comprobación del funcionamiento de la máquina se tiene un modo de testeo (ver Figura 3.18.3).

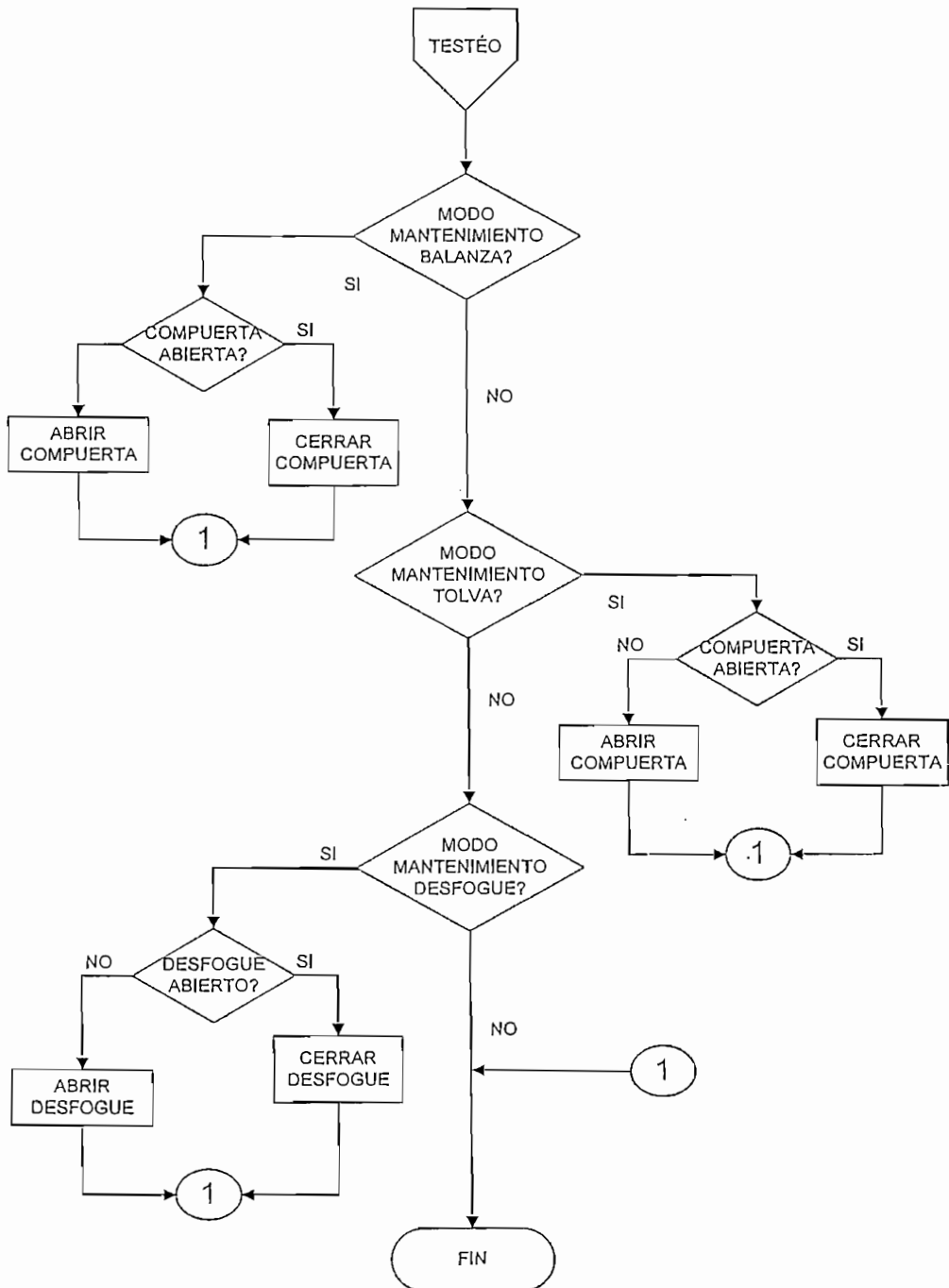


Figura 3.18.3.- Modo de testeo.

3.3.2 DISEÑO DE LOS CIRCUITOS DEL CONJUNTO DE PONDERACIÓN

Las partes que componen el sistema son: las tarjetas de acondicionamiento del sensor de posición y la central, los sensores inductivo (LVDT) y resistivo (fotoresistencia), electroválvulas de DC, electroválvula de AC y una luz indicadora de falta de producto.

La información es procesada por un microcontrolador que maneja la información de los sensores y ejecuta acciones de acuerdo a la programación (ver Figura 3.19).

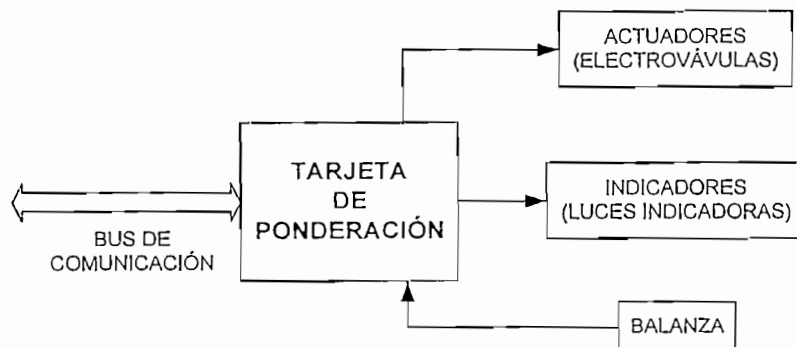


Figura 3.19.- Elementos que conforman el conjunto de ponderación

El diseño de las tarjetas se indica en la Figura 3.19.1 y Figura 3.19.2 (tarjeta central) y en la Figura 3.20 (tarjeta de acondicionamiento del sensor de posición)

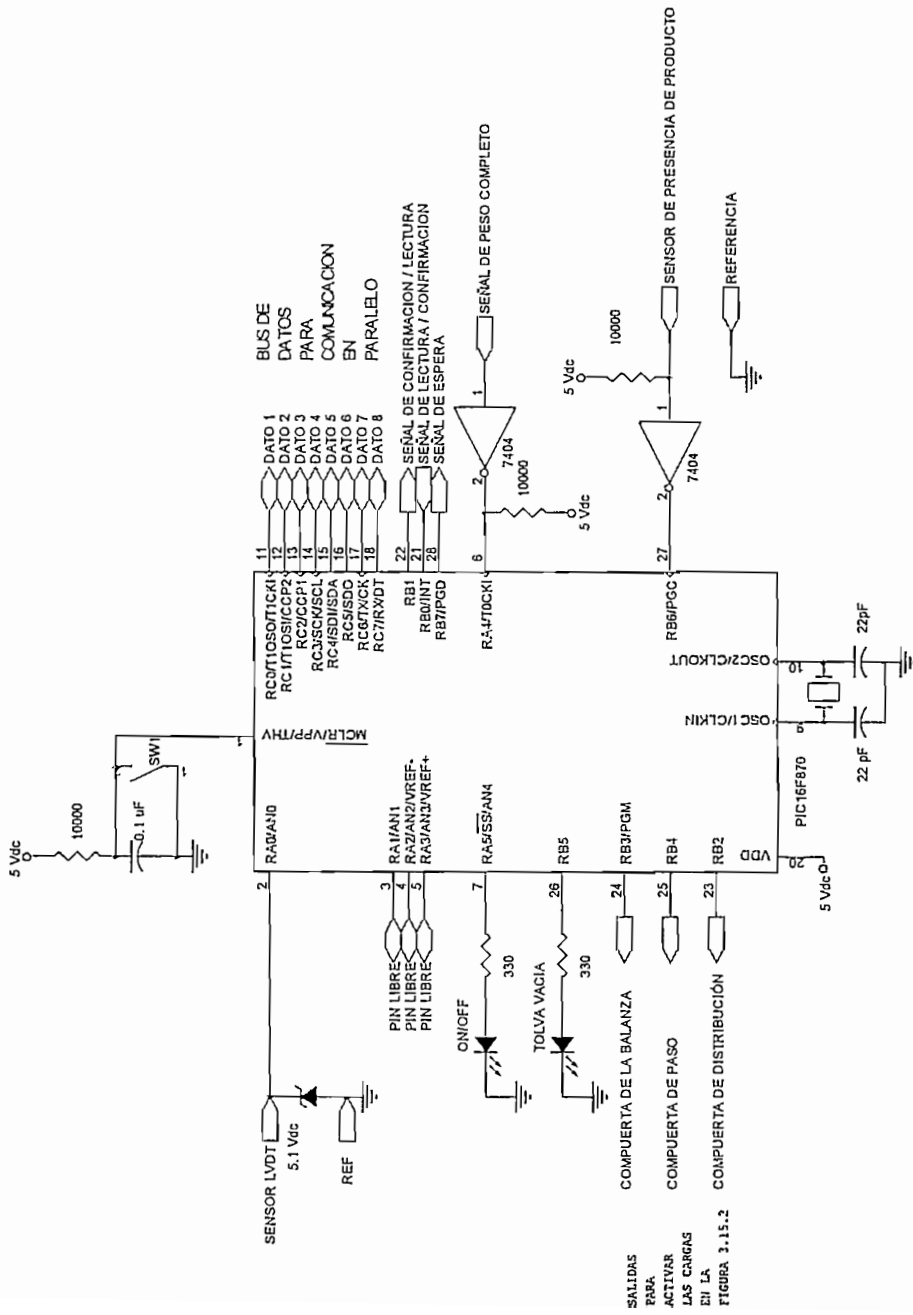


Figura 3.19.1.- Esquema de la tarjeta central para el conjunto de ponderación

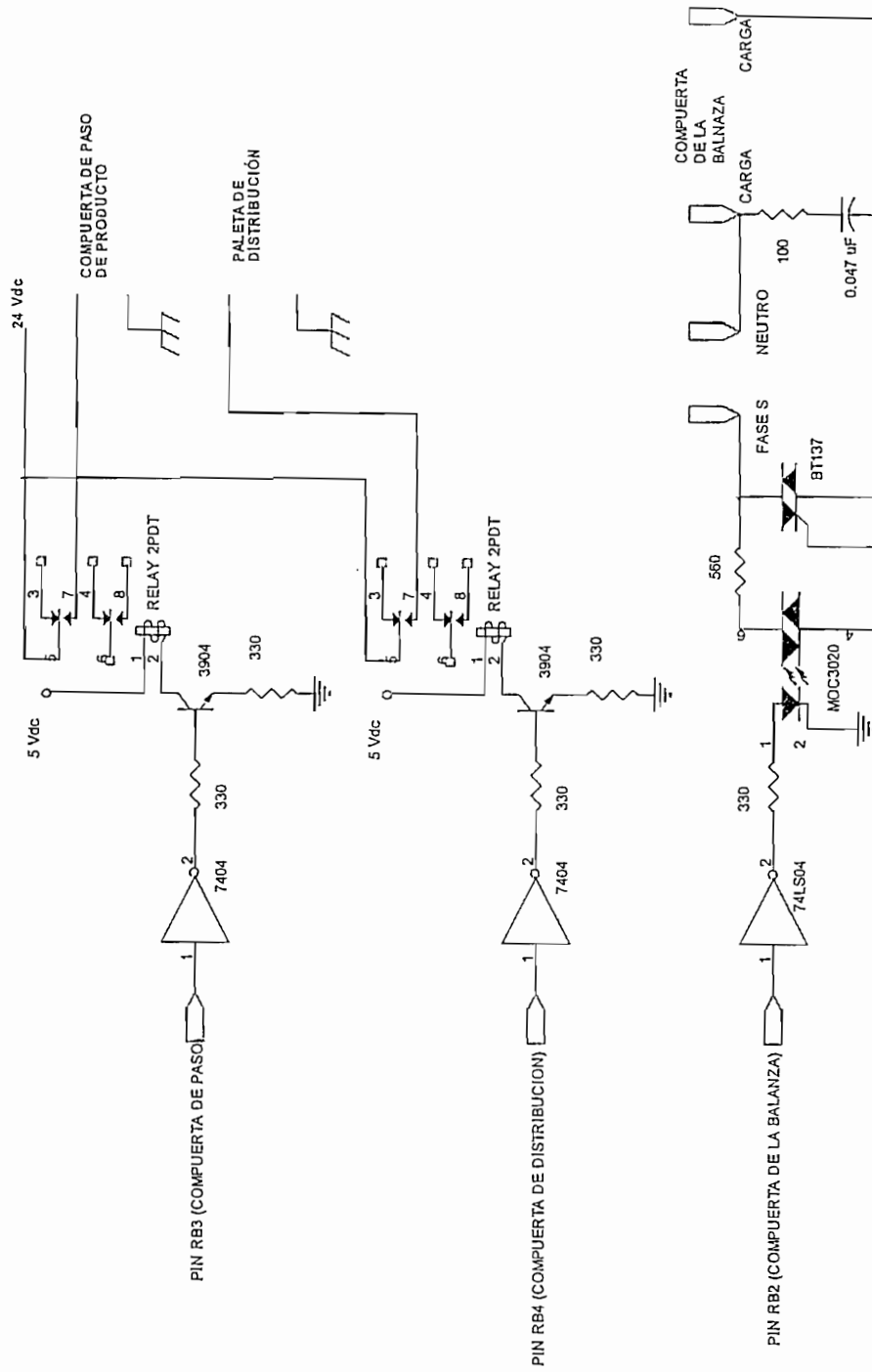


Figura 3.19.2.- Esquemas de los circuitos para manejar las cargas de la tarjeta de central.

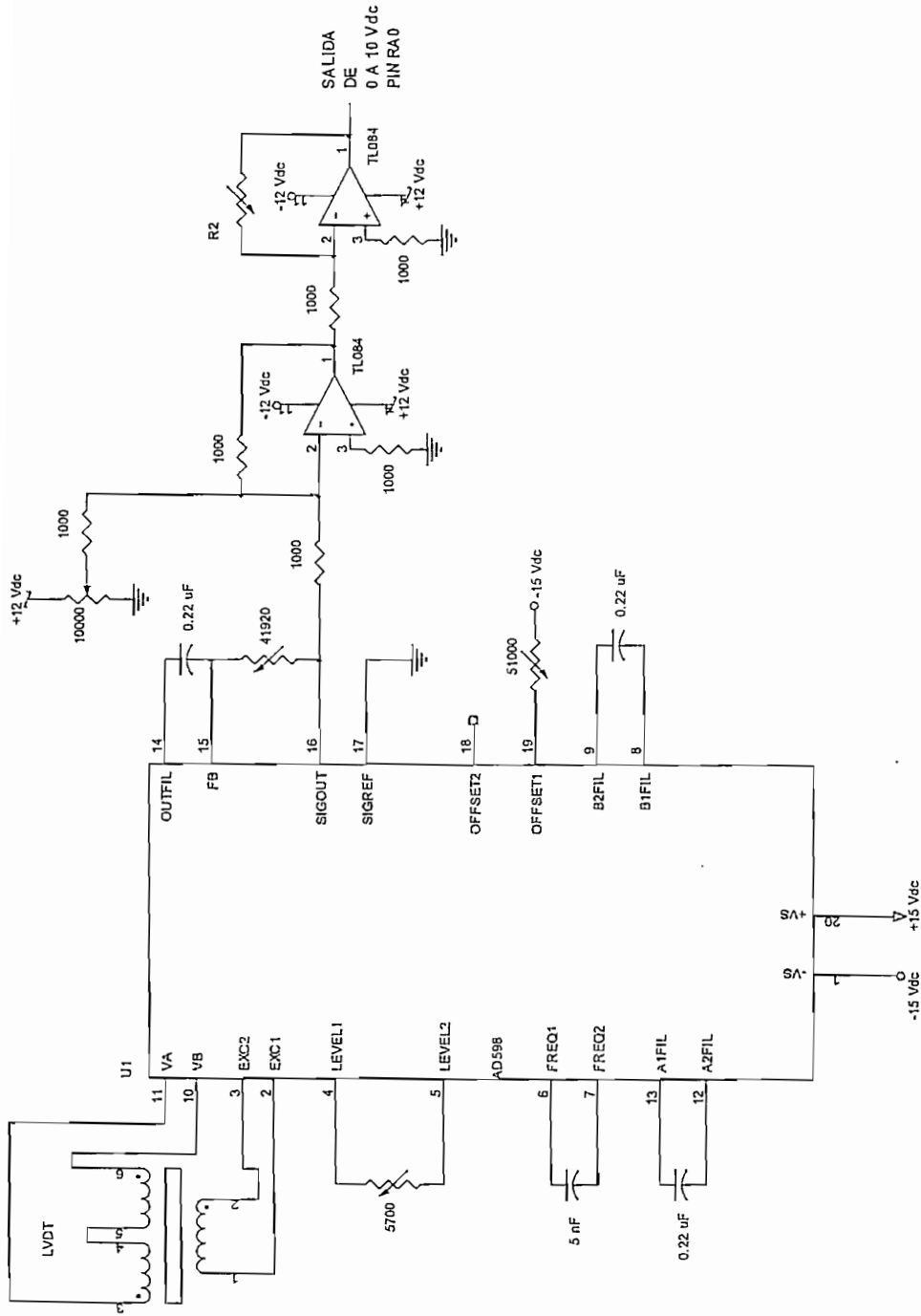


Figura 3.20.- Esquemas del circuito de acondicionamiento de señal para un sensor LVDT con un AD598

3.3.3 PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR DE LA TARJETA CENTRAL DE PONDERACIÓN

El programa (ver ANEXO A) está estructurado para que ejecute cuatro funciones:

- Ponderar la cantidad de grano a enfundar
- Realizar el número de fundas asignadas
- Accionar los elementos electro-mecánicos en modo de testéo (compuerta de paso, compuerta de la tolva de ponderación y paleta de distribución)
- Efectuar la comunicación con la tarjeta del conjunto de formación de fundas

El programa del dosificador esta estructurado de la siguiente manera:

- Configuración del microcontrolador
- Inicialización de registros y componentes externos
- Cuerpo de programa
- Interrupción

3.3.3.1 Configuración del Microcontrolador

➤ Configuración de Pines

La configuración de entradas y salidas del microcontrolador se basa en la Figura 3.19.1.

Pines como entradas digitales:

- El manejo del sensor de presencia de producto en la tolva se asigna a RB6
- El puerto C dedicado para la comunicación entre microcontroladores
- El pin de interrupción RB0 sirve para la comunicación como señal de lectura

Los pines configurados como salidas digitales son:

- RA5 se utiliza para encender la luz de tolva vacía
- RB2 activa a la electroválvula de la compuerta de paso
- RB4 controla a la electroválvula de la paleta de distribución
- RB3 maneja a la electroválvula de la compuerta de la tolva de ponderación
- RB1 ayuda en la comunicación como señal de escritura

Además el pin RA0 es configurado como entrada analógica para el manejo de la señal acondicionada del sensor de posición.

➤ **Configuración del timer**

Se configura el timer 1 como un contador de 16 bits para generar una base de tiempo de 15 mseg utilizada para la apertura de la compuerta de paso. No se habilita a la interrupción de manera que se controla el tiempo por medio de la bandera de estado.

➤ **Configuración del Módulo de Conversión Análogo-Digital**

Se utiliza el canal 0 como un conversor de 10 bits manteniendo una resolución de 0.00488 Vdc. Reemplazando en la ecuación Ec. 3.1 se tiene:

$$\text{resolución} = \frac{V_{MAX}}{2^n} = \frac{5}{2^{10}} = 0.00488 \frac{Vdc}{^{\circ}C}$$

Donde 5 Vdc es el voltaje de fondo de escala del A/D y n es el número de bits del conversor.

➤ Configuración de la interrupción externa

Es la única manera de generar una interrupción en el programa, la cual es detectada por flanco de bajada y permanece habilitada.

3.3.3.2 Inicialización de Registros y Componentes Externos

En el programa se tienen definidos seis registros auxiliares: encendido y apagado, modo de funcionamiento (proceso y mantenimiento), número de fundas, peso a enfundar, pausa/continúa y paro de emergencia; son asignados con un valor de cero como dato inicial.

Además se controla una luz indicadora de tolva vacía la cual se la apaga. Los estados iniciales de los cilindros son de vástagos salidos manteniendo la paleta de distribución en posición de desfogue, cerrando el paso de producto y la compuerta de la balanza.

3.3.3.3 Programa Central

El programa entra en un lazo de menú donde puede escoger opciones como: proceso, mantenimiento y apagado. Además revisa el estado de la tolva primaria esto quiere decir que verifica la presencia de producto y finalmente chequea el estado de paro de emergencia.

Dependiendo de la orden que reciba del microcontrolador del conjunto de formación de fundas el programa procede a apagarse, o a ingresar al modo de proceso o testeo.

➤ PROCESO

Al ingresar a esta parte del programa se empieza desplazando la paleta de distribución a la posición de desfogue y abriendo la compuerta de la tolva de ponderación. Esto se lo hace para desfogar el material presente en la balanza. Al terminar este procedimiento se cierra la compuerta de la tolva y la paleta de distribución se ubica en posición de enfundado del producto.

Se procede a pesar la tolva de ponderación (vacía), para disminuir el error producido por problemas de encerado de la balanza. Para pesar la tolva lo que se realiza es leer el conversor A/D del microcontrolador almacenando el dato.

El peso requerido para el proceso se lo divide para dos (la balanza va a pesar entre 125 y 500 gr), realizando dos pesajes para llenar una funda.

El proceso de pesado es el siguiente: abrir la compuerta de paso del producto aproximadamente 105 mseg, leer el A/D, restar del peso de la tolva de ponderación vacía, y el resultado se almacena en un registro. Este dato se compara con el peso seteado y si el resultado está dentro de un rango permitido se procede a enfundar, si se ha pasado del rango se desfoga el producto. En un tercer caso si el valor es menor se procede a repetir el pesado con un nuevo tiempo de apertura de la compuerta de paso.

El tiempo está condicionado al error (error = peso seteado – peso ponderado), siendo este directamente proporcional al tiempo de apertura de la paleta. El tiempo va de 2 a 17 veces la base de tiempo del timer, esto es de 30 a 255 mseg.

Una vez con el producto listo el microcontrolador espera la orden de enviar el producto a la funda.

Para evitar que el grano se aglomere, se abre y cierra la compuerta de la balanza varias veces enviando el material por porciones y al terminar de vaciar la tolva se transfiere el dato de producto despachado.

Este procedimiento se lo realiza hasta llegar a la cantidad de fundas necesarias para finalmente salir del modo de proceso.

Además, se revisan los registros de paro de emergencia, apagado de la máquina y presencia de producto en la tolva primaria.

➤ **Testeo**

Permite verificar el funcionamiento y accionamiento de cada una de las partes móviles que maneja el módulo.

3.3.3.4 Interrupción

La interrupción externa se origina cuando hay un cambio de estado lógico de 1_L a 0_L , el cambio detectado por el microcontrolador es generado por el conjunto de formación de fundas, el cual da la señal de inicio de comunicación para el intercambio de información necesario para el funcionamiento de la enfundadora.

3.3.4 COMPONENTES DEL HARDWARE DEL CONJUNTO DE PONDERACIÓN

Se detallan a continuación los componentes utilizados en el módulo, así como también el diseño de los circuitos implementados para manejarlos.

3.3.4.1 Tarjeta Central

Consta de un microcontrolador, dos circuitos de disparo para manejar cargas de voltaje DC, dos relés cuya bobina es de voltaje continuo, un circuito de disparo para manejar cargas de Vac, una entrada analógica, una entrada digital, una salida digital y una compuerta lógica como se indica en la Figura 3.21.

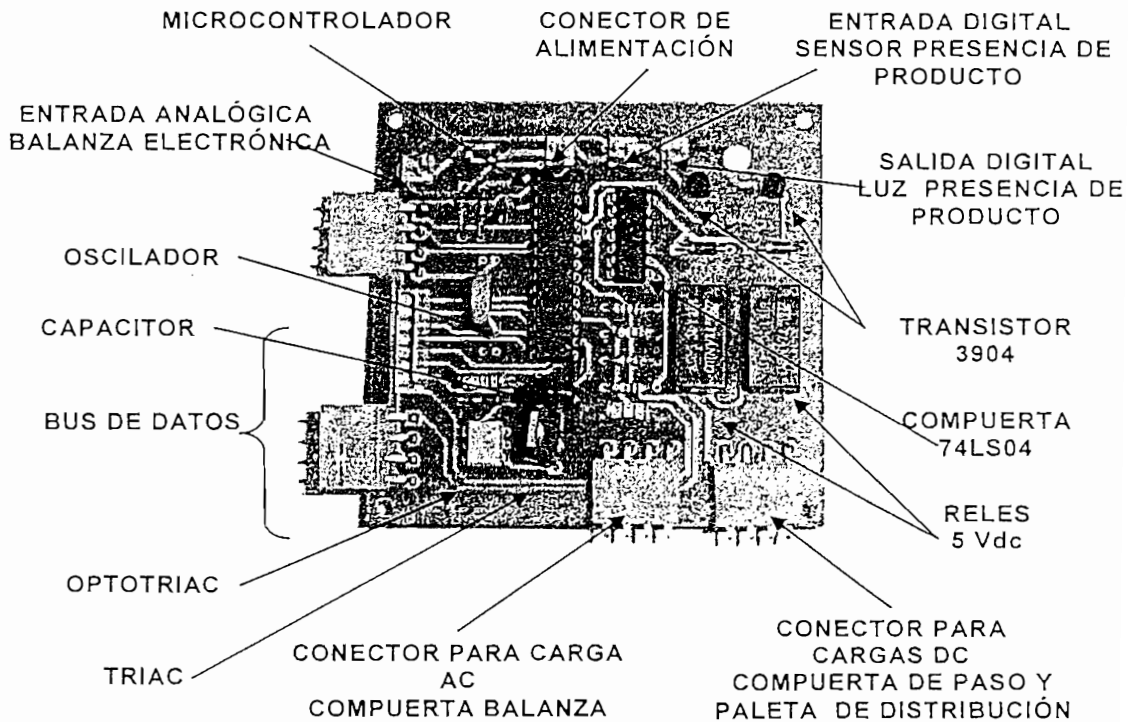


Figura 3.21.- Tarjeta de control del conjunto de ponderación

➤ Microcontrolador de la tarjeta de Ponderación

La tarjeta es gobernada por un microcontrolador PIC 16F870 que presenta elementos básicos para el control como son los siguientes: canales A/D, contadores, interrupción externa, 2K de memoria para programa, entre otros

> Circuitos de Disparo para Activar Cargas de Voltaje Continuo

El circuito que se diseña es utilizado para activar cargas por medio de voltaje continuo como se indica en la Figura 3.22

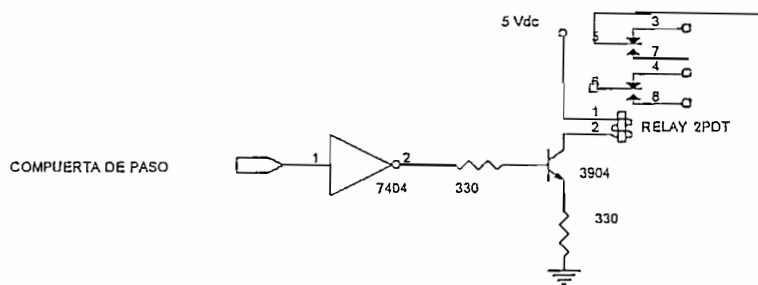


Figura 3.22.- Circuito de alimentación de una carga de voltaje continuo.

La activación de los relés se hace por medio de un transistor NPN 2N3904 (TBJ), que está trabajando como un switch.

Para la activación del transistor se conecta una resistencia de 330Ω entre el pin del microcontrolador y la base del TBJ, valor de la resistencia obtenido por pruebas.

La bobina de los relés se coloca entre la fuente de 5 Vdc y el colector del transistor, como la carga es mayoritariamente inductiva, se pone en paralelo un diodo en polarización inversa que será el camino de descarga de la corriente almacenada en la inductancia cuando se apague al switch electrónico.

➤ **Circuito de Acondicionamiento Señal a 0_L y 1_L del Sensor Resistivo.**

Siendo el sensor de presencia de carácter resistivo se diseñó el circuito que se presenta en la Figura 3.23

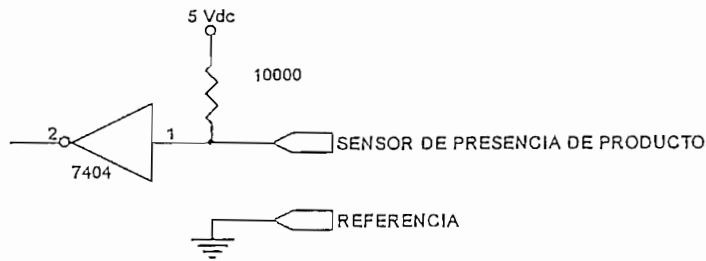


Figura 3.23.- Circuito de acondicionamiento del sensor de presencia de producto (fotorresistencia)

El diseño se basa en un divisor de voltaje. El sensor presenta una resistencia baja cuando le llega luz y el rango de voltaje es pequeño tomándolo como 0_L ; y presenta una resistencia alta cayendo todo el voltaje ante la ausencia de luz.

➤ **Circuito de Activación de un Led Indicador de Tolva Vacía**

Para prender un LED es necesario polarizarlo directamente y además debe pasar una corriente máxima de 35 mA. Por tal razón se utiliza una resistencia de 330 Ω entre la generadora de la señal de control y el LED, colocando el otro extremo a tierra para completar el circuito.

3.3.4.2 Sensor de Posición de la Balanza (LVDT)

El sensor de posición que se utiliza en la balanza es un LVDT (Schaevitz 050 HR-CA³). Su funcionamiento se basa en un transformador diferencial generando una señal eléctrica

proporcional al desplazamiento del núcleo sin entrar en contacto con la bobina. Tiene un voltaje de alimentación de 3 V_{rms}, el rango en el que se puede trabajar es de 400 a 10 KHz y posee una pantalla magnética de acero inoxidable.

3.3.4.3 Luz Indicadora de Falta de Producto

La luz indicadora de falta de producto es emitida por un led. El cual al polarizarse directamente se enciende indicando la falta de producto en la tolva primaria.

3.3.4.4 Tarjeta de Acondicionamiento de voltaje de 0 a 5 Vdc del Sensor de Posición de la Balanza.

El diseño del circuito se indica en la Figura 3.24 y consta de un AD 598AD y un integrado TL084.

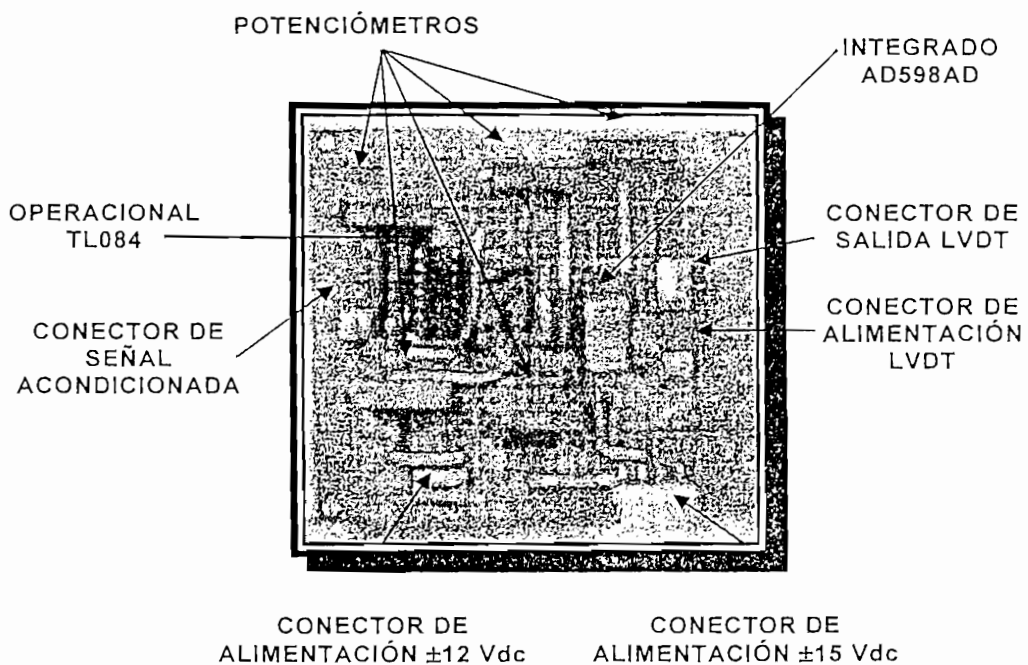


Figura 3.24.- Tarjeta de acondicionamiento del sensor de posición (LVDT)

El integrado AD598AD acondiciona a los LVDTs que trabajan a frecuencias entre los 20Hz hasta los 20KHz., proporcionando un voltaje de salida de 0 a $\pm 11V$ (ver ANEXO D).

El procedimiento de diseño se plantea a continuación:

1. Determinar el ancho de banda mecánico:

$$f_{SUBSISTEMA} = 750Hz$$

2. Elegir la frecuencia de excitación mínima de acuerdo a la ecuación Ec. 3.4, aproximadamente:

$$f_{EXCITACION} = 10 * f_{SUBSISTEMA} \quad \text{Ec. 3.4}$$

$$f_{EXCITACION} = 10 * 750Hz = 7500Hz$$

3. Seleccionar un LVDT apropiado que opera con una frecuencia de excitación de 7.5 kHz.

El Schaevitz HR-050 tienen un rango de frecuencia de 400 Hz a 10 kHz.

4. Determinar la suma de voltajes secundarios del LVDT V_A y V_B . Se debe energizar el LVDT a su voltaje de operación (V_{PRI}), como se muestra en la hoja de datos del fabricante (3 Vrms). Colocar el núcleo en el centro del sensor donde $V_A = V_B$. Medir éstos valores y remplazar valores en la ecuación Ec. 3.5.

$$V_A + V_B = 2.60V \quad \text{Ec. 3.5}$$

5. Establecer el voltaje óptimo de excitación (V_{EXC}). Con el LVDT energizado a V_{PRI} , situar el núcleo en un desplazamiento que llegue a su posición mecánica máxima y medir el mayor voltaje en los secundarios (V_{SEC}). Estimar la transformación de voltaje del LVDT con la ecuación Ec. 3.6.

$$V_{TR} = \frac{V_{PRI}}{V_{SEC}} \quad \text{Ec. 3.6}$$

$$V_{SEC} = 1.6V_{rms}$$

$$V_{PRI} = 3V_{rms}$$

$$V_{TR} = \frac{3}{1.6} = 1.875$$

En el AD598AD el V_{SEC} , debe estar en el rango de 1 V rms a 3.5 Vrms para una máxima linealidad y una mínima susceptibilidad al ruido. Si el V_{SEC} selecto = 3 V rms.

El voltaje V_{EXC} está dado por Ec. 3.7:

$$V_{EXC} = V_{SEC} \times V_{TR} \quad \text{Ec. 3.7}$$

$$V_{EXC} = 3 \times 1.875 = 5.625 \text{ V}_{rms}$$

Verificar que los voltajes de alimentación (+VS y -VS) sean mayores en 2.5 V al valor pico de V_A y V_B .

6. Seleccionar el valor de la resistencia R1 ayudado por la curva de la Figurar 3.23, para VS = ±15 Vdc.

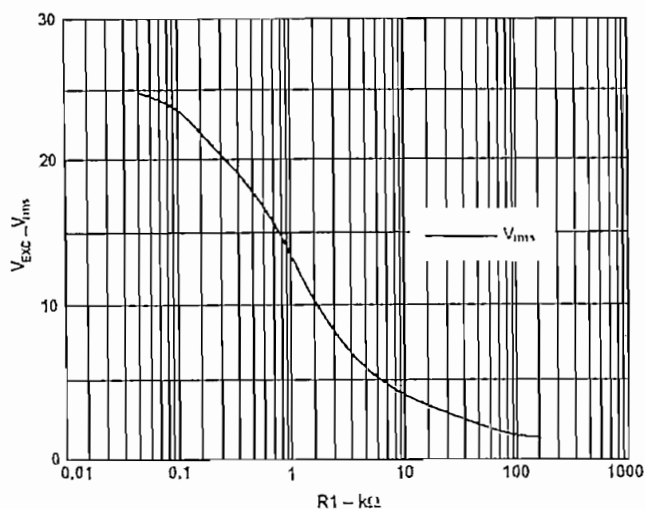


Figura 3.23.- Curva para determinar el valor de R1 para una fuente de polarización de ± 15 Vdc.

$R1 = 5.5 \text{ K}\Omega$.

7. Los valores de C2, C3 y C4 son una función del ancho de banda deseado. Estos deberían ser igual a valores normalizados.

$$C_2 = C_3 = C_4 = \frac{10^{-4} \text{ FARAD} * \text{ Hz}}{f_{\text{EXITACIÓN}}}$$

Ec. 3.8

Si el ancho de banda deseado del sistema es 750 Hz, de la ecuación Ec. 3.8 se tiene:

$$C_2 = C_3 = C_4 = \frac{10^{-4} \text{ FARAD} * \text{ Hz}}{750 \text{ Hz}} = 0.13 \mu\text{F}$$

La gráfica de la Figura 3.24 muestra el comportamiento de la linealidad de la señal de salida con respecto al valor de los capacitores C2, C3 y C4, para frecuencia de excitación de 10 KHz considerando el capacitor colocado en paralelo con R2. Hay que tomar en cuenta que la curva es lineal por tramos. En este caso

los capacitores están en un rango de 0.1 a 1 uF, por tal razón se escoge capacitores de 0.22 uF.

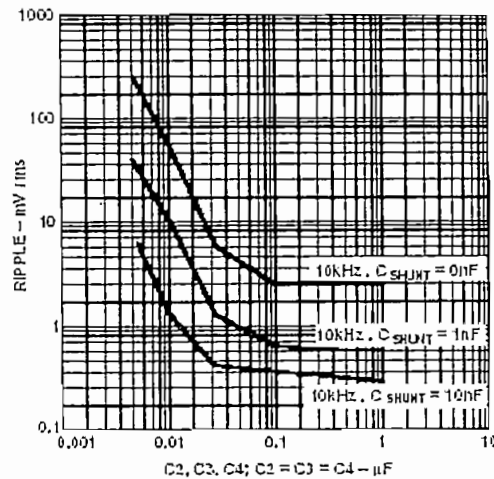


Figura 3.24.- Curva del comportamiento de la linealidad de la señal de salida.

Con los valores de los capacitores despejando de la ecuación Ec. 3.8 se tiene:

$$f_{EXCITACIÓN} = \frac{10^{-4} \text{ FARAD} * Hz}{C}$$

$$f_{EXCITACIÓN} = \frac{10^{-4} \text{ FARAD} * Hz}{0.22 * 10^{-4}} = 4500 Hz$$

Por lo tanto la frecuencia del subsistema es:

$$f_{SUBSISTEMA} = \frac{4500 Hz}{10} = 450 Hz$$

La frecuencia está dentro del rango de trabajo del Schaevitz HR-CA. 050.

8. Con el fin de calcular R2 y obtener la ganancia a fondo de escala se necesitan:

- a) La sensibilidad (S) del LVDT
- b) El deslizamiento máximo del núcleo (d)

c) $V_A + V_B$.

La sensibilidad se encuentra en el catálogo de fabricante. Caso contrario la sensibilidad puede ser calculada con la siguiente ecuación Ec. 3.9:

$$S = \frac{V_A(a \text{ fondo de escala}) - V_B(a \text{ fondo de escala})}{V_{PRI} * d} \quad \text{Ec. 3.9}$$

Para un deslizamiento máximo del núcleo (d), el voltaje de salida se calcula con la siguiente ecuación Ec. 3.10:

$$V_{OUT} = S \times \left[\frac{V_{PRI}}{(V_A + V_B)} \right] \times 500 \mu A \times R2 \times d \quad \text{Ec. 3.10}$$

De la Ec. 3.10 despejar $R2$ y calcular su valor.

$$R2 = 41.9 \text{ K}\Omega$$

9. $R3$ y $R4$ permite tener un voltaje de salida positivo o negativo. Las resistencias $R3$ y $R4$ siendo calculadas por la ecuación Ec. 3.11:

$$R3 = \frac{1.2 \times R2}{V_{os}} - 5 \text{ k}\Omega \quad \text{Ec. 3.11}$$

Donde V_{os} es el voltaje de off-set que para nuestro caso es de 10 V.

Debido a que es necesario un voltaje de salida positivo se calcula $R4$ dando como resultado 30.4Ω . Mientras que $R3$ está en circuito abierto.

El voltaje que se obtiene a la salida del AD 598 se acondiciona de 0 a 5 voltios para que sea ingresado y reconocido por el conversor A/D del microcontrolador PIC16F870.

CAPÍTULO 4

4. DESARROLLO DEL HMI PARA EL CONTROL

INTRODUCCIÓN

Disponiendo de los sistemas de control para el conjunto de ponderación y el de formación de fundas, en este capítulo se describe el proceso de diseño del sistema de visualización.

Además se detalla la comunicación utilizada entre los microcontroladores y el PC.

4.1 HMI (HUMAN MACHINE INTERFACE)

La máquina necesita de botones básicos para la operación y de visualizadores que indiquen el estado de la misma.

Para la presentación del estado y manejo de la máquina se ha diseñado el conjunto de ingreso y visualización de datos (PANEL DE CONTROL) y un programa específico (ENFUND_2004) que permite controlar la enfundadora a través del computador (ver Figura 4.1).

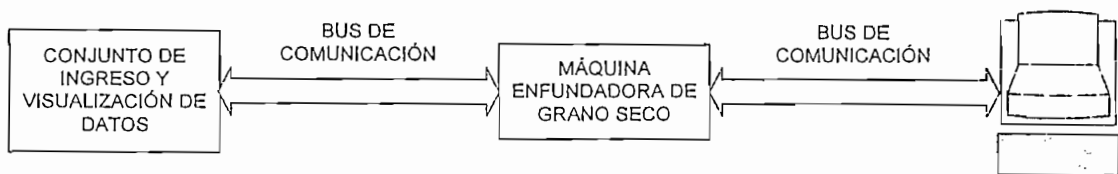


Figura 4.1.- Sistema de ingreso y visualización de datos

La máquina se puede comandar desde uno de los dos componentes de monitoreo de datos o desde los dos simultáneamente.

El panel de control y el ENFUND_2004 presentan botones de operación para ejecutar los modos de funcionamiento (prueba, proceso, testeo y pausa), luces y pantallas para indicar las tareas y los datos. Además ofrece la opción de ingresar valores numéricos de temperatura de soldado, número de fundas y peso, y visualizar datos de proceso (historial).

Las tareas que debe realizar el sistema son: permitir el ingreso, grabar, enviar y visualizar las variables y funciones de la máquina, como se indica en la Figura 4.2.

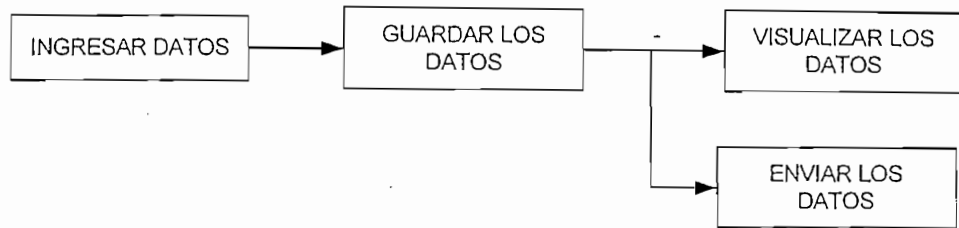


Figura 4.2.- Diagrama de bloques para el ingreso y visualización de datos.

4.1.1 LÓGICA DE FUNCIONAMIENTO DEL CONJUNTO DE INGRESO Y VISUALIZACIÓN DE DATOS

El HMI debe ser encendido desplegando la presentación del proyecto y situando en condiciones iniciales la pantalla de datos y las luces de funcionamiento.

Revisa el paro de emergencia para bloquear el ingreso de datos y funciones de la máquina.

Escanea la sección de ingreso de peso, temperatura y número de fundas y la activación de modo de proceso, prueba, testeo e historial. Una vez que tenga los datos, los guarda y visualiza.

En modo de proceso y prueba se indican datos de peso, número de fundas hechas y temperaturas a las que están las matrices de soldado.

Con la opción testeo se presentan las partes móviles de la máquina siendo las siguientes: Tolva (mueve la paleta de la tolva primaria), Balanza (desplaza la tolva de la balanza), Y (desliza a la paleta de distribución), Rest V y Rest H (calienta y mueve a la matriz de soldado vertical u horizontal), Cuchilla (mueve las

matrices de soldado horizontal) y Motor (acciona al motor). La temperatura a la que llegan las matrices de calentamiento es fijada previamente. El motor se va a mover de tal manera que se tenga un tamaño igual a una funda de acuerdo al peso ingresado.

En la opción historial muestra datos de peso enfundado, la cantidad de producto desfogado y el número de fundas.

La lógica de funcionamiento del conjunto se ve en la Figura 4.3.1 y Figura 4.3.2.

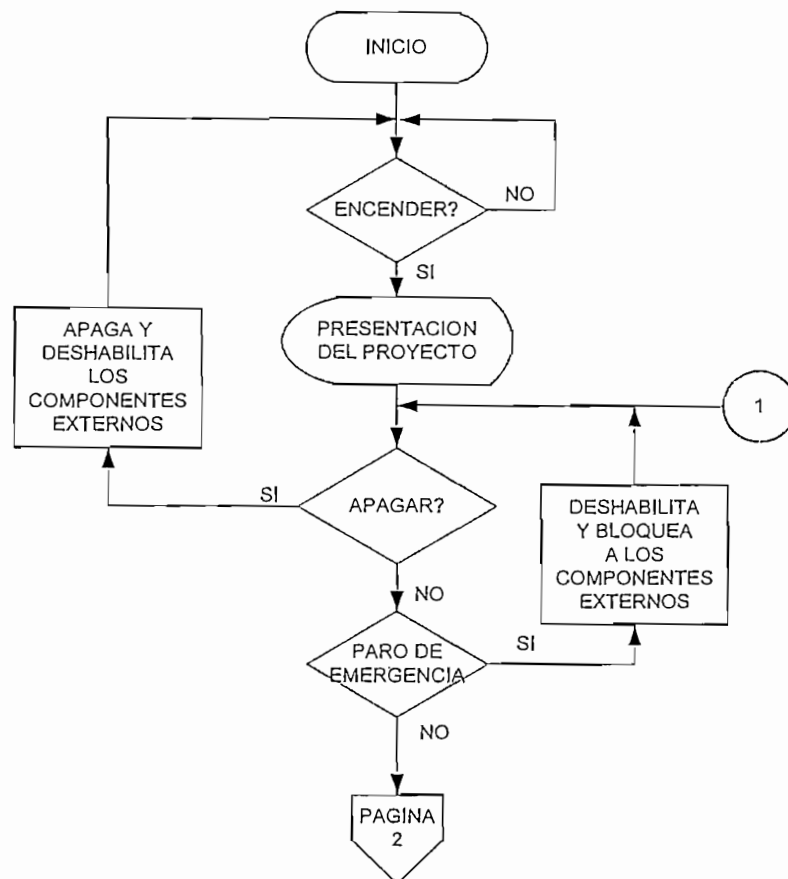


Figura 4.3.1.- Diagrama de flujo de la lógica de funcionamiento para el ingreso y visualización de datos

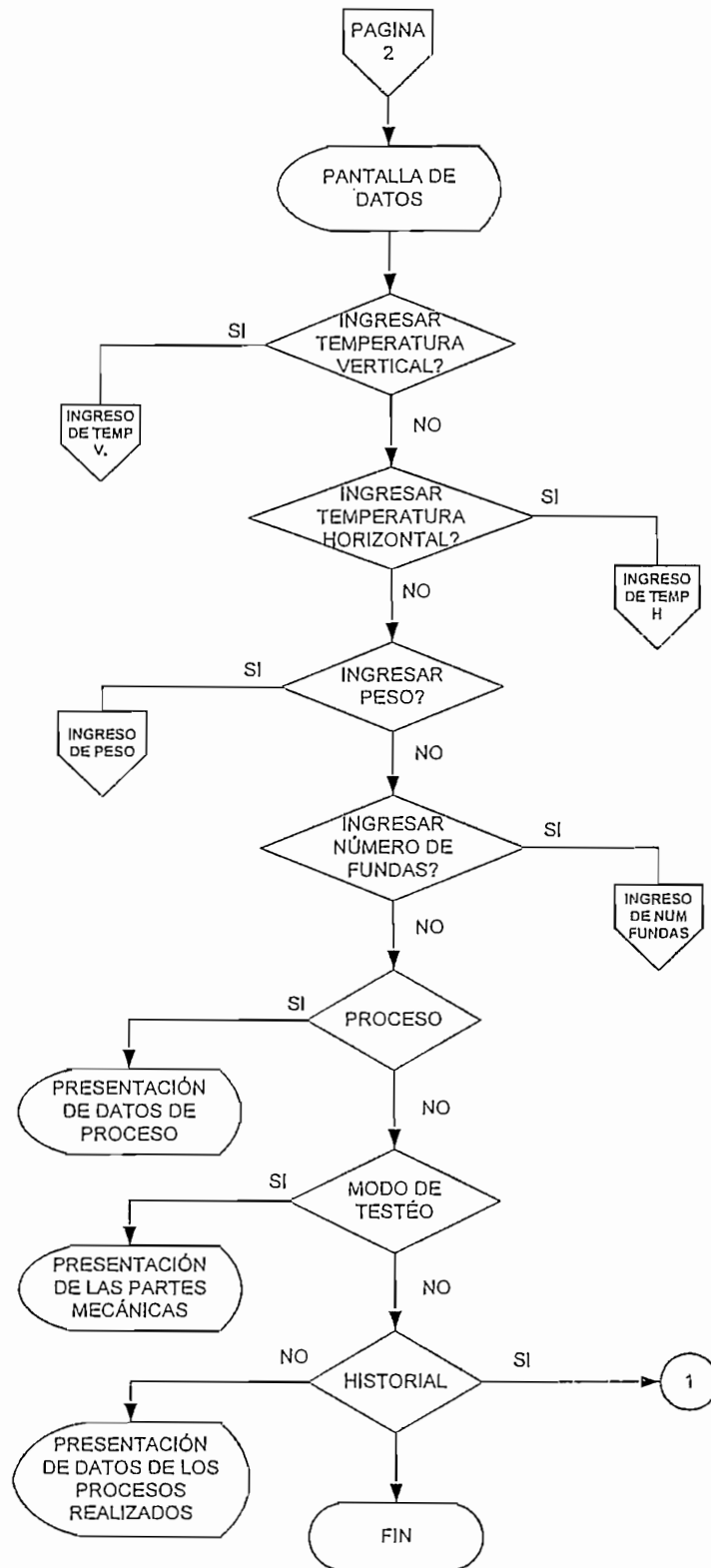


Figura 4.3.2.- Diagrama de flujo de la lógica de funcionamiento para el ingreso y visualización de datos

➤ Subrutina de Ingreso de datos

Siendo la temperatura de fusión del polietileno 130 °C, los parámetros numéricos permitidos están entre los 60°C y los 120°C para la temperatura vertical y horizontal.

Debido a la estructura de la balanza, la cantidad de producto a pesar es de 250gr. a 1000gr., fijando el tamaño de la funda internamente.

El número de fundas está limitado a 250.

Si el valor ingresado está fuera del rango mencionado se fijará la temperatura, peso o número de fundas programadas o ingresadas anteriormente.

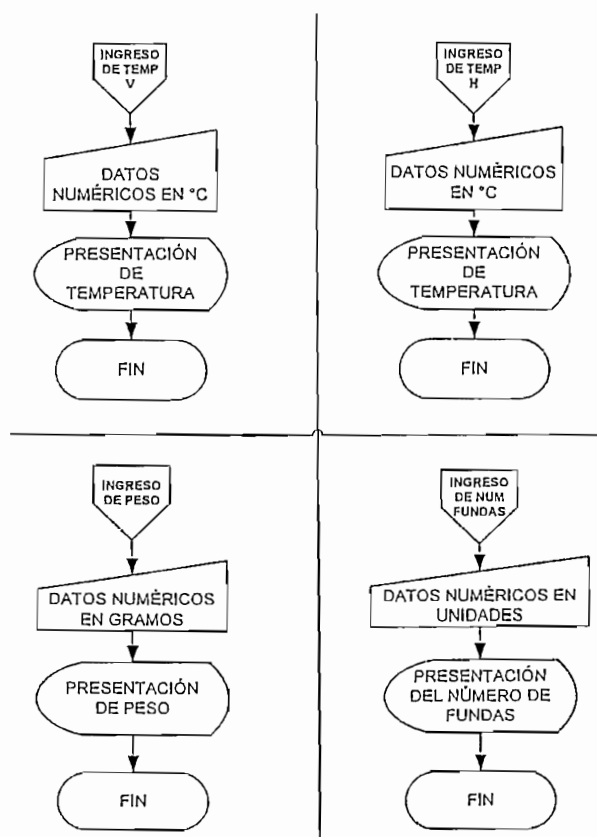


Figura 4.4.- Subrutinas de ingreso de datos

4.2 CONJUNTO DE INGRESO Y VISUALIZACIÓN DE DATOS

4.2.1 DISEÑO DE LOS CIRCUITOS DEL SISTEMA DE CONTROL

El conjunto está formado por la tarjeta central y por elementos como LCD, luces, teclado y bocina.

Toda la información es procesada por un microcontrolador que ejecuta acciones de acuerdo a la programación implementada.

Los elementos que forman parte del bloque se indican en la Figura 4.5:

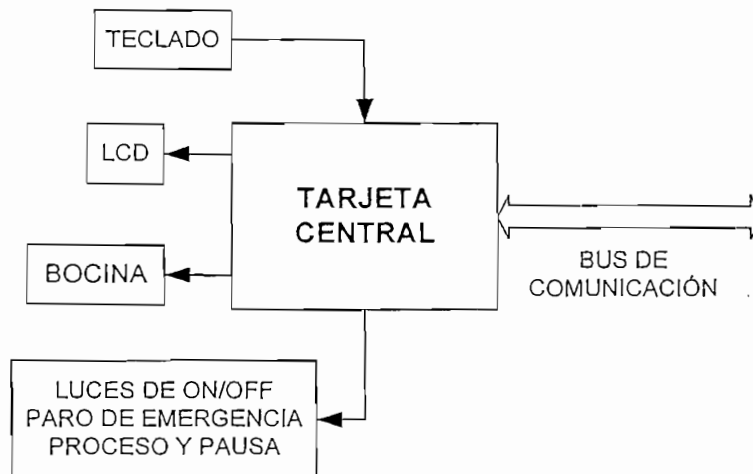


Figura 4.5.- Elementos del conjunto de ingreso y visualización de datos

El diseño de las tarjetas se indica en la Figura 4.5.1 y Figura 4.5.2 (tarjeta central).

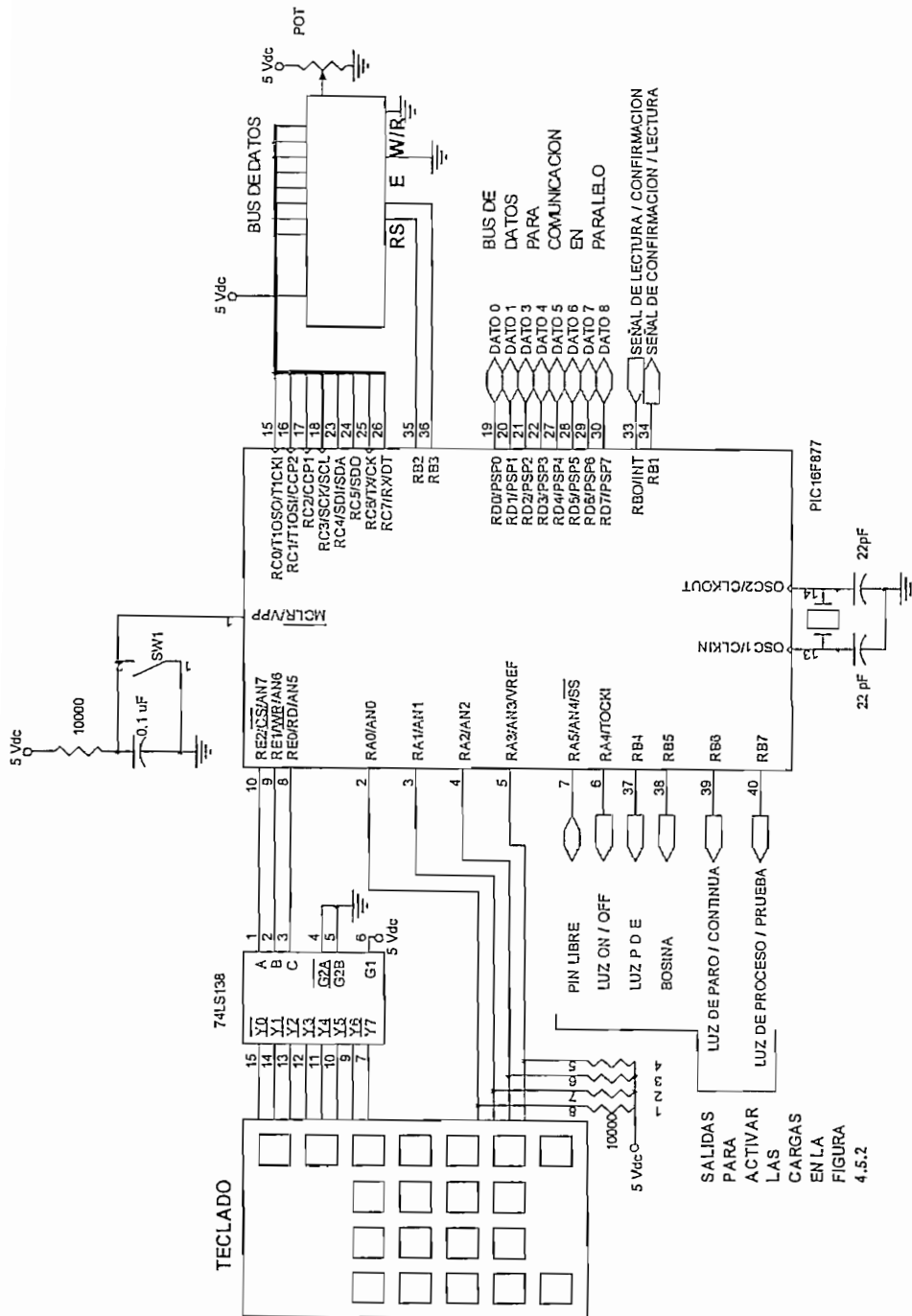


Figura 4.5.1.- Esquema de la tarjeta central para el conjunto de visualización

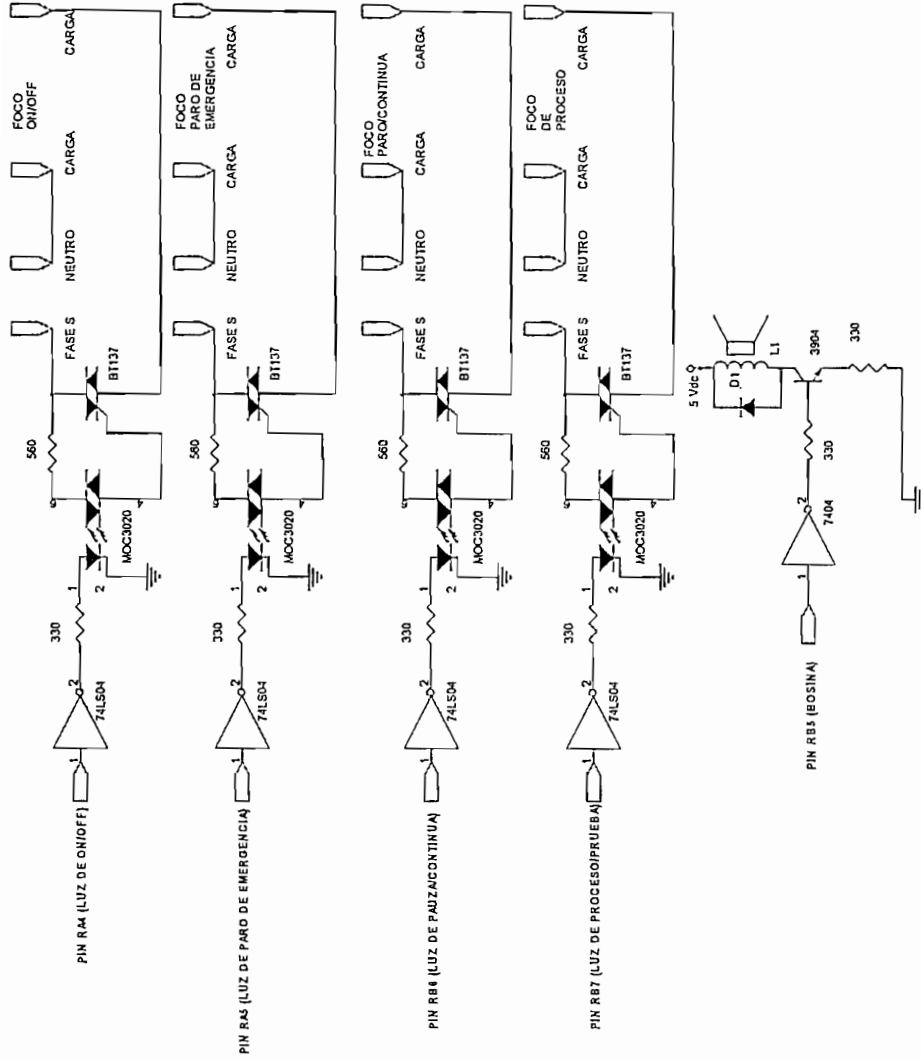


Figura 4.5.2.- Esquemas de los circuitos para manejar las cargas de la tarjeta de central.

4.2.2 PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR PARA EL CONJUNTO DE INGRESO Y VISUALIZACIÓN DE DATOS

El programa implementado en el microcontrolador (ver ANEXO A) y con la ayuda de elementos externos tiene la capacidad de ejecutar las siguientes acciones:

- Registrar datos de temperatura, peso y número de fundas.
- Escanear el teclado para reconocer la función a realizar.
- Recibir las órdenes de funcionamiento de la máquina (proceso y prueba).
- Guardar y visualizar datos del proceso de enfundado (historial).
- Para el modo de testéo presentar una lista de las partes móviles de la enfundadora.
- Exhibir mensajes y datos a través de un display de cristal líquido.
- Controlar las luces para indicar el estado de funcionamiento de la máquina.

El programa está dividido en las siguientes secciones:

- > Configuración del microcontrolador.
- > Inicialización de registros auxiliares y elementos externos.
- > Encendido del conjunto.
- > Manipulación del teclado y de los datos.
- > Interrupciones.

4.2.2.1 Sección de configuración del microcontrolador

➤ Pines

La configuración que se realiza es en base al gráfico de la Figura 4.5.1.

Los pines mencionados a continuación son establecidos como entradas digitales.

- RA0, RA1, RA2 y RA3 manejan las señales lógicas generadas por las filas del teclado.
- El puerto C es dedicado para la comunicación entre microcontroladores con dos señales adicionales de escritura y lectura.
- RB0 detecta la señal de lectura produciendo una interrupción.

Los pines configurados como salidas digitales y sus funciones son:

- Con las combinaciones que se obtienen de RE0, RE1 y RE2 se tiene las ocho señales necesarias en el barrido del teclado.
- RA4 activa la luz indicadora de encendido de la máquina.
- RA5 manipula la luz indicadora del funcionamiento de la tarjeta.
- RB1 usada en la comunicación como señal de escritura.
- El puerto D es para transferir datos a la memoria del LCD.
- RB2 es conectado al Enable y RB3 al de selección de registro del LCD.

- RB5 maneja a la bocina indicadora de emergencia.
- RB4 opera la luz indicadora de paro de emergencia, RB6 la de PAUSA, y RB7 la de proceso o prueba.

➤ **Timer 1**

El timer 1 es configurado como contador de 16 bits y provoca la interrupción cada vez que cuente 50000 useg, y es utilizado para tener un tiempo aproximadamente de 1 seg.

➤ **Interrupción externa**

Se configura por flanco de bajada y cada vez que se dé un cambio de estado de 1_L a 0_L lógico produzca interrupción para participar en la transmisión de datos.

➤ **Habilitación de Interrupciones**

Una vez que se han configurado los puertos, el timer y la interrupción externa se habilitan la interrupción general y periférica.

4.2.2.2 Sección de Inicialización de Registros y de Dispositivos Externos

Se procede a asignar con valores iniciales a los registros de la memoria RAM, alguno de ellos son los siguientes: 80°C para la temperatura, 500gr en el peso, y 10 unidades para el número de fundas a realizar en modo proceso y prueba. Se borran los valores de los registros auxiliares y de las banderas de encendido, de paro de emergencia, de mantenimiento, de pausa, entre otros.

El LCD debe ser configurado cada vez que se encienda la máquina para que indique en la pantalla la información transferida desde el microcontrolador (ver ANEXO F).

El proceso consiste en enviar datos hexadecimales varias veces hasta cumplir con todos los pasos necesarios he indicados por el fabricante del LCD. Para la presentación de una letra o de un número son necesarias de dos subrutinas: la una que va aportando con los datos desde una tabla y la segunda que envía la información al LCD.

Finalmente se apagan las luces de funcionamiento y la bocina de paro de emergencia

4.2.2.3 Encendido de la Tarjeta

El programa se mantiene dentro de un lazo esperando el dato de encendido, que debe ser enviado por el microcontrolador del conjunto de formación de funda.

Una vez encendida la máquina la primera acción a realizar es indicar la presentación del proyecto en el LCD y activar las luces de funcionamiento.

4.2.2.4 Sección de Manipulación del Teclado y Visualización de Datos

El programa constantemente debe revisar los datos de apagado, paro de emergencia, proceso, prueba, mantenimiento, tolva vacía y falta de fase los cuales son enviados desde el microcontrolador del bloque de formación de fundas. Además, decodifica al teclado, para realizar una determinada acción, si es presionado uno de sus botones.

➤ Visualización de Datos

Para el ingreso y la visualización de los datos se tiene un menú que consta de seis opciones que son:

- Temp V (temperatura vertical)
- Temp H (temperatura horizontal)
- Peso
- Num fundas (Número de fundas)
- Testeo
- Historial

El LCD indica como pantalla inicial la palabra Menú en la primera línea y en la segunda línea se visualiza 1.Temp. V (ver Figura 4.6). Los mensajes tales como advertencias, no aparecen en la pantalla sólo se lo hace a través de luces.

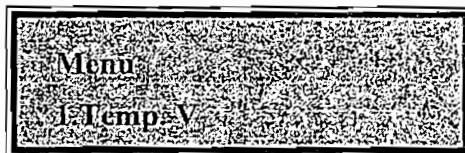


Figura 4.6.- Pantalla del LCD del menú principal

Dada la orden de prueba encenderá la luz de Proceso/Prueba y apagará la de Pausa. También se visualiza en el LCD la palabra prueba y en la segunda línea estará el valor del peso a enfundar y el número de fundas que se va realizando (ver Figura 4.7).

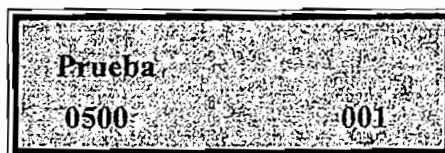


Figura 4.7.- Pantalla del LCD modo Prueba

La pantalla se actualizará cada segundo base de tiempo generado por el timer 1.

Dada la orden de Proceso se visualiza lo mismo que en modo prueba con la única diferencia que en la pantalla tendrá la palabra Proceso.

Al visualizar el menú con la palabra peso, número de fundas o con temperatura vertical u horizontal y presionar la tecla ENTER se ingresa a la edición de parámetros en la cual se indica el nombre de la variable y su valor.

Con la tecla BORRAR se limpia el valor de la segunda línea (ver Figura 4.8) y se habilitan las teclas numéricas permitiendo ingresar valores del 1 a 1000.

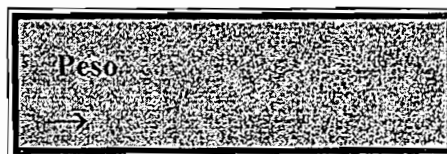


Figura 4.8.- Pantalla del LCD para el ingreso de datos

Una vez ingresada la cantidad y pulsando nuevamente la tecla ENTER el programa compara la información y si el valor está dentro del rango permitido para cada variable se guardan los datos en BCD para que se indiquen en el LCD y en hexadecimal para enviar al conjunto de formación de fundas, caso contrario se recupera el dato anteriormente guardado.

Si se encuentra en la opción testeo al pulsar la tecla ENTER, se indica un menú interno, en el cual se enumeran a las partes móviles de la máquina que pueden ser activadas independientes (ver Figura 4.9).



Figura 4.9.- Pantalla del LCD en modo testéo

Dando un ENTER se envía la orden al conjunto formador de fundas y al conjunto de ponderación produciendo el accionamiento de una parte de la máquina. Si está enfundando producto no realiza ninguna tarea de mantenimiento.

Al ingresar a la opción de historial y pulsar la tecla ENTER el microcontrolador lee y presenta los datos de la memoria EEPROM (ver Figura 4.10) los cuales son: E (peso del grano enfundado), D (producto desfogado) y F (número de fundas).

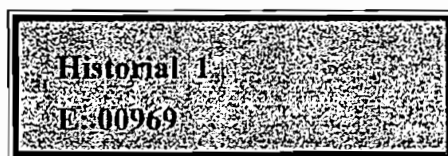


Figura 4.10.- Pantalla del LCD en historial

Las acciones que realiza cuando recibe la señal de paro de emergencia es la de limpiar la pantalla y encender la luz de emergencia.

➤ Manipulación del teclado

En esta parte del programa se generan las señales para la decodificación del teclado el cual se ve en la Figura 4.11 y dependiendo del botón pulsado realiza funciones que son las siguientes: edición de parámetros, desplazarse en el menú para la visualización de datos y escoger los modos de funcionamiento de la máquina.

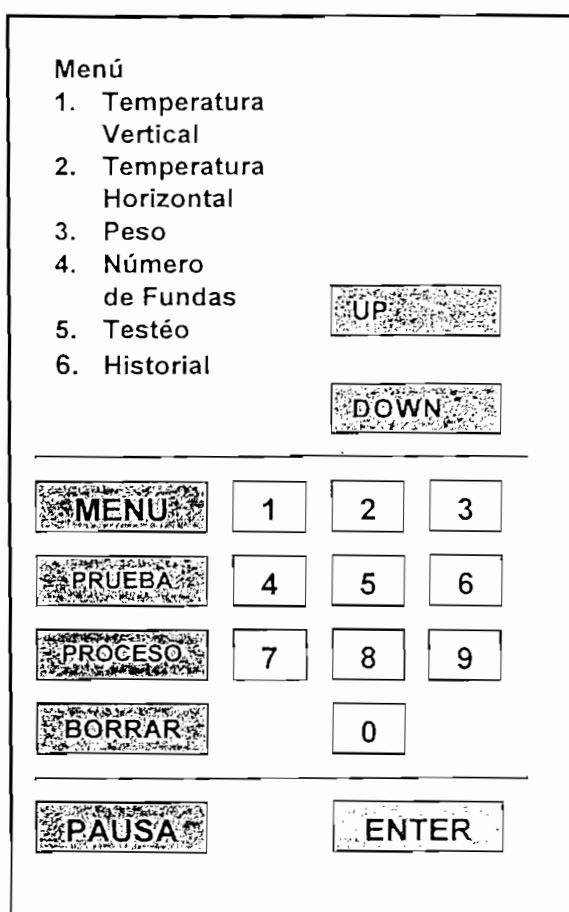


Figura 4.11.- Teclado de funciones y para el ingreso de datos de la máquina

La operación realizada al pulsar la tecla MENU es dar por terminado el ingreso de datos de temperatura, número de fundas o peso, y salir de testeo de la máquina o del historial mostrando la pantalla inicial.

Con las teclas UP/DOWN se puede desplazar en el menú principal y en el menú de testeo de acuerdo a las condiciones de funcionamiento de la tarjeta de control de ingreso de datos. En los dos casos se visualizan en el LCD las diferentes opciones que se pueden realizar.

La acción de la tecla BORRAR en la sección de ingreso de datos es eliminar de la pantalla los valores de peso, temperatura o número de fundas y habilitar las teclas numéricas. Si se encuentra el programa en mantenimiento o historial sale a la pantalla inicial.

Al presionar la tecla PRUEBA, la máquina recibe la orden de operación en la cual hace la primera funda sin producto.

Al ser pulsada la tecla PROCESO la máquina recibe la orden de inicio del enfundado del grano.

La tecla PAUSA está habilitada en el desarrollo del enfundado, al pulsar la tecla se verifican las condiciones internas, parando o continuando el proceso. Si es presionada nuevamente la tecla continuará operando la máquina normalmente.

Cuando esté en el modo de prueba al oprimir la tecla PAUSA finaliza el enfundado.

En paro de emergencia hace sonar la bocina y bloquea al teclado, mientras se queda esperando el dato de apagar la máquina o de salir de paro de emergencia. Una vez que haya recibido el dato apaga la tarjeta, los componentes del sistema y asigna valores iniciales a los registros de la memoria.

4.2.2.5 Sección de Interrupciones

La interrupción del timer 1 se genera al pasar de FFFF a 0000, luego de haber contado 50000 ciclos de máquina equivalente a 50000 μ s, se debe limpiar la bandera de interrupción y cargar con los valores para que cuente nuevamente. En total la subrutina cuenta un segundo y sirve para actualizar la información de peso y número de fundas a ser visualizados por el LCD cuando está en modo proceso o prueba.

La interrupción externa es generada por la tarjeta del conjunto de formación de fundas la cual da la señal de inicio para la comunicación y el intercambio de información. Dada la interrupción limpia las respectivas banderas y lee el puerto de comunicación; el dato es guardado y comparado para saber la acción que debe realizar como encender, apagar la máquina, ingresar o salir de paro de emergencia.

4.2.3 HARDWARE DEL CONJUNTO DE INGRESO Y VISUALIZACIÓN DE DATOS

Las partes que componen este conjunto son: tarjeta central, teclado, LCD (Liquid Cristal Display), luces indicadoras y bocina.

4.2.3.1 Tarjeta Central

La tarjeta consta de un microcontrolador, un decodificador, cuatro circuitos de disparo para manejar cargas de voltaje AC, un circuito de disparo para manejar cargas de voltaje DC y una compuerta lógica como se indica en la Figura 4.12.

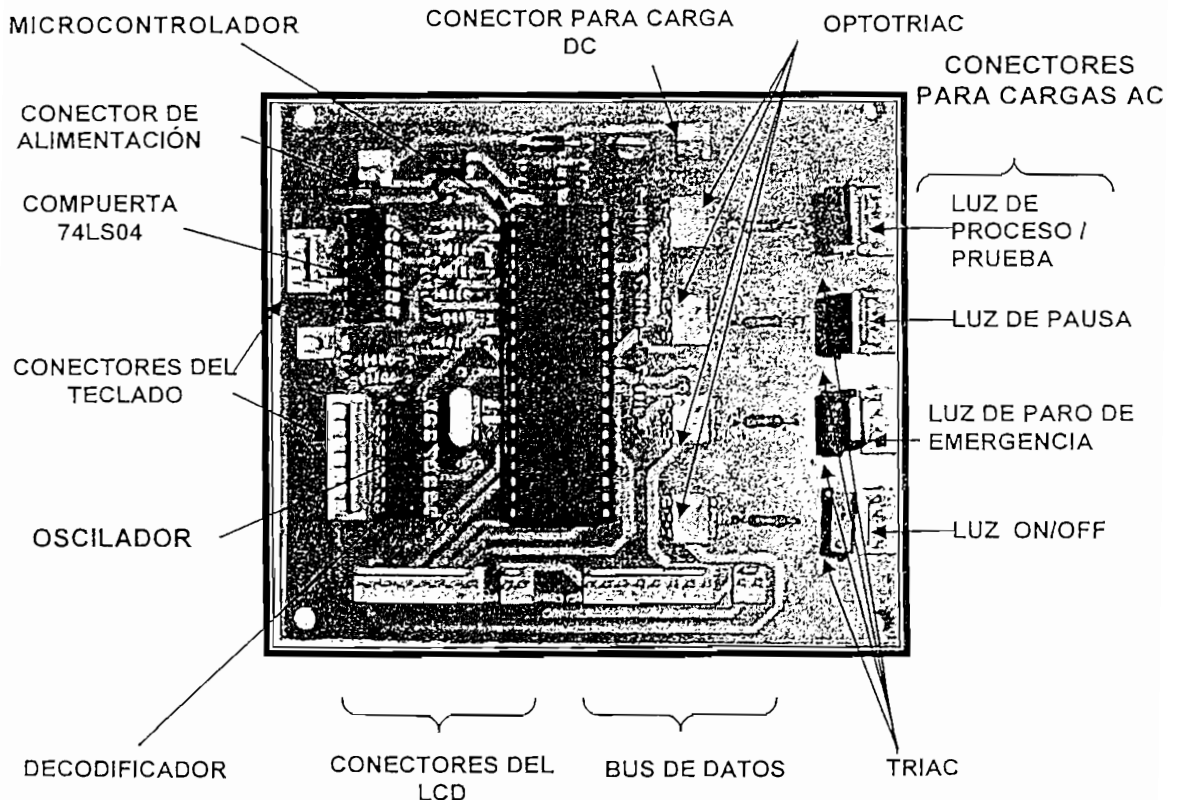


Figura 4.12.- Tarjeta central del conjunto de ingreso y visualización de datos

➤ **Microcontrolador de la Tarjeta del Conjunto de Ingreso y Visualización de Datos**

La tarjeta es gobernada por un microcontrolador PIC 16F877A que presenta elementos básicos para el control como son los siguientes: memoria EEPROM , contadores, interrupción externa, 8K de memoria para programa, entre otros

➤ **Circuito de Disparo para Activar Cargas de Voltaje AC.**

Las luces utilizadas para indicar el funcionamiento de la máquina son alimentadas con voltaje de 110 Vac y una corriente máxima de 0,250 A.

El diseño del circuito que se está analizando es explicado en el circuito de disparo para activar cargas de AC del conjunto de formación de fundas en el capítulo anterior.

➤ **Circuitos de Disparo para Manejar Cargas de Voltaje DC**

La activación del zumbador se hace por medio de un transistor NPN 2N3904 (TBJ), que está trabajando como un switch y se utiliza el mismo circuito diseñado en el conjunto de ponderación del capítulo anterior.

➤ **Decodificador**

Con un decodificador 3 a 8 (74LS138), se generan ocho señales lógicas aplicadas a cada una de las columnas del teclado, para la identificación del botón pulsado.

El estado de las salidas del decodificador es 1_L y cambia a 0_L de acuerdo a la combinación presente en las entradas.

4.2.3.2 Teclado

Es del tipo matricial (ver Figura 4.11), tiene doce líneas de las cuales ocho son columnas y cuatro son filas, el manejo del teclado se lo hace con la técnica de barrido, que consiste en dar una señal lógica a una de las columnas y revisar cada una de las filas. Si la tecla está presionada debe tener el mismo valor de la señal tanto la columna como la fila.

Para la optimización de los pines del microcontrolador se conectan tres líneas a las entradas del decodificador, mientras que sus ocho salidas están conectadas a las columnas del teclado como se indica en la Figura 4.5.1.

Las cuatro líneas que corresponden a las filas del teclado ingresan un 1_L al microcontrolador, estas señales son obtenidas por cada una de las resistencias conectadas a 5 Vdc (resistencias pull-up).

El estado lógico de los pines va a cambiar cuando se pulse una de las teclas habilitadas poniendo en un estado de 0_L a uno de los pines configurados como entrada.

4.2.3.3 Visualizador

En la visualización de datos se utiliza un display de cristal líquido (LCD), de dos líneas y dieciséis posiciones, en él se presentan mensajes alfanuméricos.

El manejo del LCD se lo hace con la interfase a 8 bits y debe ser configurado por software con un conjunto especial de instrucciones enviadas por el microcontrolador. Su alimentación es de 5 Vdc y se conecta el pin del contraste a través de una resistencia variable a la fuente.

4.2.3.4 Luces de Funcionamiento

La máquina tiene luces que indican cada una de las funciones que está realizando y las alarmas.

Las luces que opera este conjunto están alimentadas con 110 Vac y son la luz de encendido de la máquina, pausa, proceso o prueba, y paro de emergencia.

4.2.3.5 Bocina de Alarma

Es un zumbador que funciona con 5 Vdc y sirve para indicar que ha sido pulsado el botón de paro de emergencia.

4.3 ENFUN_2004

El programa está desarrollado en Visual Basic (ver ANEXO B) y sigue la lógica de funcionamiento del HMI analizada en la primera parte de este capítulo.

Se comunica con el microcontrolador del conjunto de formación de fundas a través del puerto serial con el protocolo RS232.

Permite visualizar las variables de proceso o prueba y las luces de funcionamiento y alarmas en una sola pantalla. En modo de testeo indica todas las partes móviles de la máquina.

El historial que presenta es en un archivo de Excel donde se guardan, el peso enfundado y desfogado y el número de fundas totales con la fecha y la hora del evento que ha ocurrido.

El programa tiene la capacidad de ejecutar las siguientes acciones:

- Registrar datos de temperatura, peso y número de fundas.
- Recibir las ordenes de funcionamiento de la máquina (proceso y prueba).
- Guardar y visualizar datos del proceso de enfundado (historial).
- Para el modo de testeo presentar las partes móviles de la enfundadora.
- Exhibir mensajes y datos a través del monitor.
- Indicar el estado de funcionamiento de la máquina.

El programa está dividido en las siguientes pantallas:

- Inicio
- Presentación
- Datos

4.3.1 Pantallas de Inicio y Presentación.

Una vez cargado el programa se ingresa a través del icono de la pantalla de escritorio o el menú de inicio. Se despliega la pantalla de encendido de la máquina. (Ver Figura 4.13)

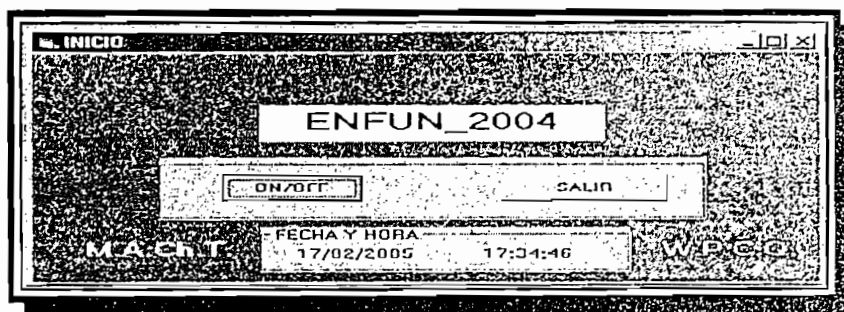


Figura 4.13.- Pantalla de encendido de la máquina

Al encenderla aparece la presentación del proyecto (ver Figura 4.14).



Figura 4.14.- Pantalla de presentación de proyecto

Si la máquina fue encendida por el panel de control las pantallas se despliegan hasta llegar a la pantalla que indica el estado actual de la máquina.

4.3.2 Pantalla de Datos

Una vez terminada la presentación del proyecto aparece la pantalla de datos dividida en dos segmentos: las opciones para el manejo del equipo y el menú de funcionamiento, como se indica en la figura 4.15. Las luces indicadoras de funcionamiento y alarmas empiezan a registrar datos al igual que las variables de proceso.

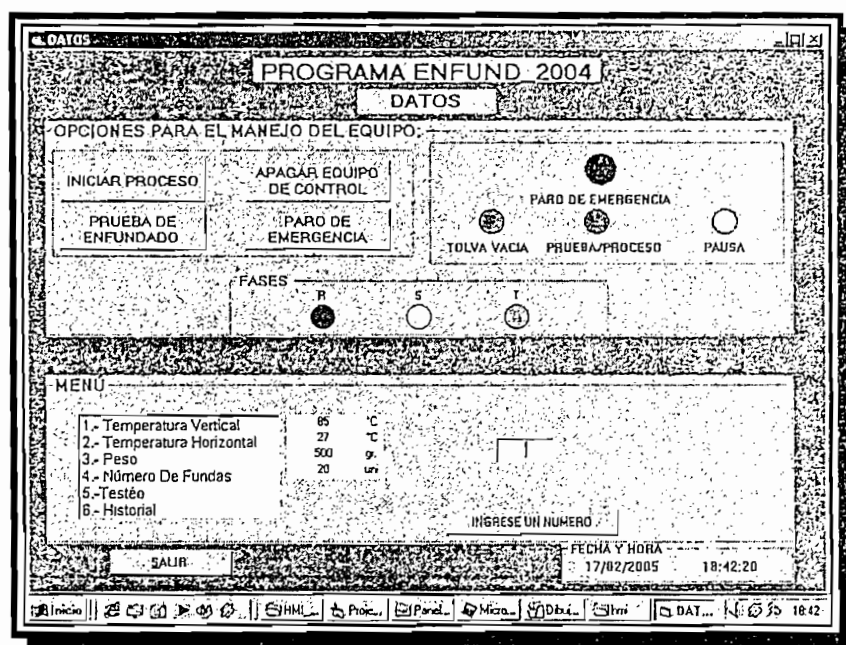


Figura 4.15.- Pantalla de presentación de proyecto

➤ PANTALLAS DE EDICIÓN DE DATOS DE PESO, TEMPERATURA Y NÚMERO DE FUNDAS

Antes de empezar un proceso se deben editar las variables a controlar. Para ello se ubica el segmento menú y se digita el

número de acuerdo a la variable a editar dando un click en el botón de INGRESAR UN NÚMERO para confirmar. Aparece el segmento de edición (Ver Figura 4.16), donde se ingresa y se ratifica el dato o se sale de la edición de parámetros.

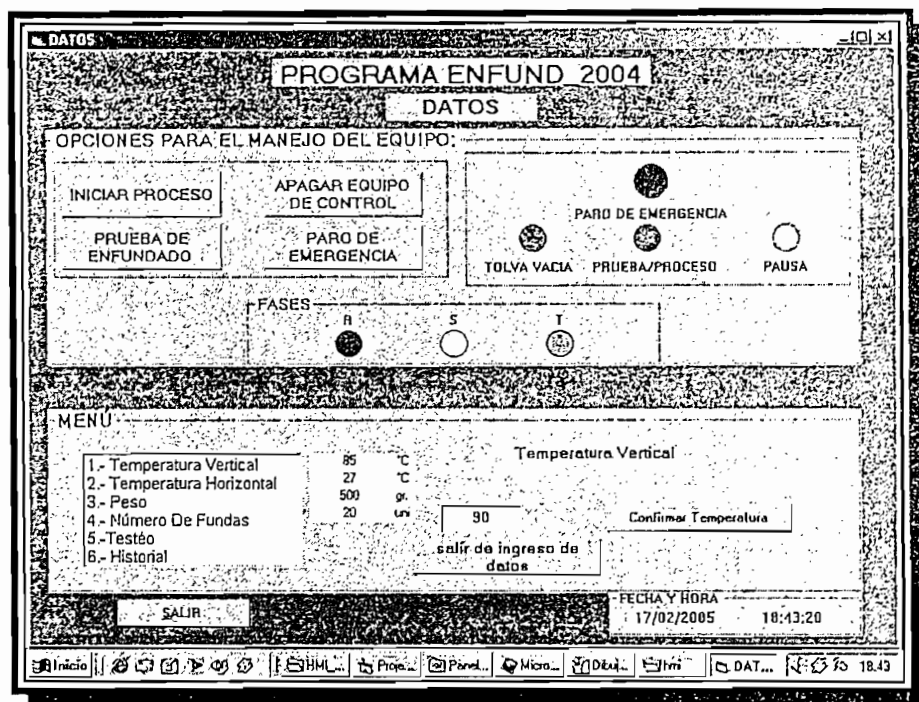


Figura 4.16.- Pantalla de edición de la temperatura

Para la temperatura horizontal, el peso y el número de fundas se tiene la misma pantalla cambiada el segmento de menú (ver figuras 4.17, y 4.18)

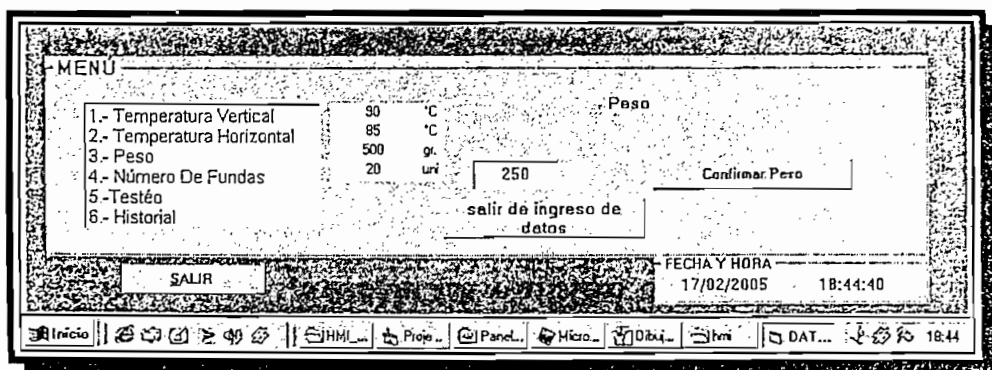


Figura 4.17.- Pantalla de edición del peso

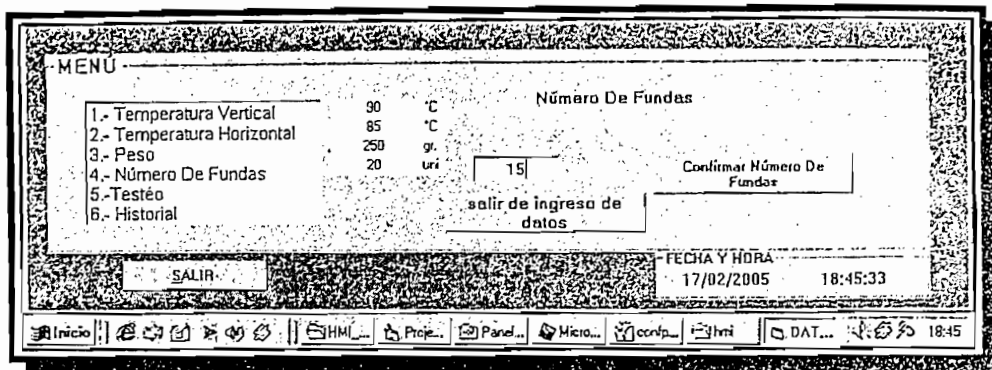


Figura 4.18.- Pantalla de edición del número de fundas

➤ PANTALLAS DE TESTEO PROCESO, PRUEBA, PARO DE EMERGENCIA E HISTORIAL

Para el modo de testeo se debe ingresar el número correspondiente en la pantalla de menú y luego confirmar testeo (ver Figura 4.19).

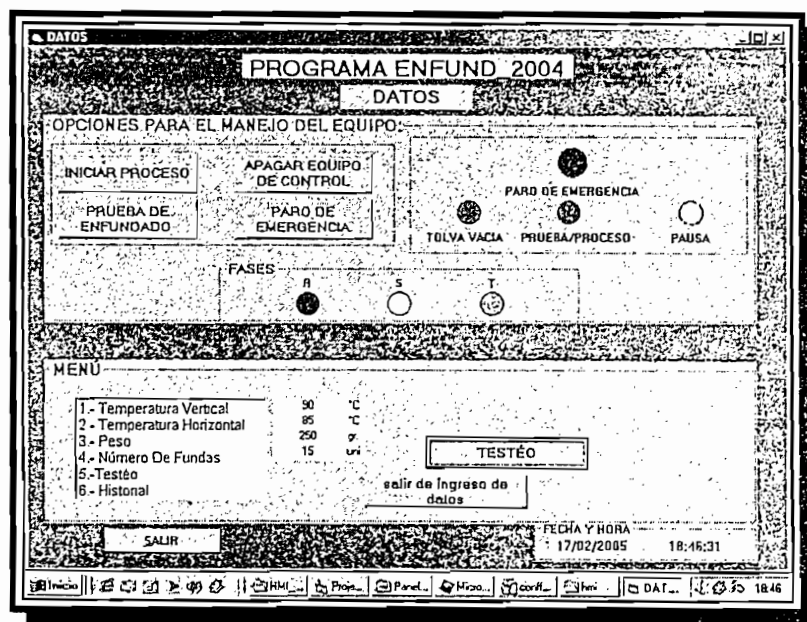


Figura 4.19.- Pantalla de testéo

La pantalla que aparece en la Figura 4.20 se divide en 3 segmentos: las opciones para el manejo del equipo, las partes móviles del dosificador y de la formación de fundas.

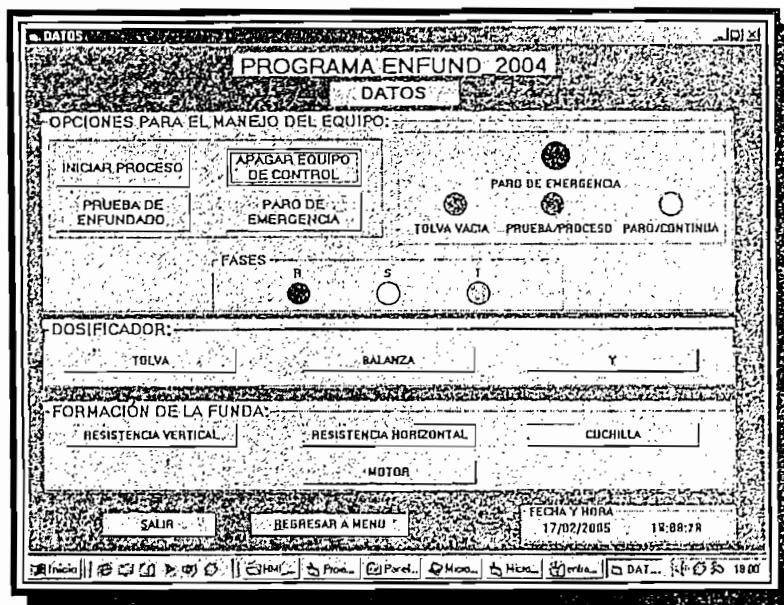


Figura 4.20.- Pantalla de elementos para modo de testéo

Al dar un click en el botón de PROCESO o PRUEBA se presenta la pantalla mostrada en la Figura 4.21, en la cual a más de indicar las opciones para el manejo del equipo se visualizan los datos medidos de las variables cuando se enfunda.

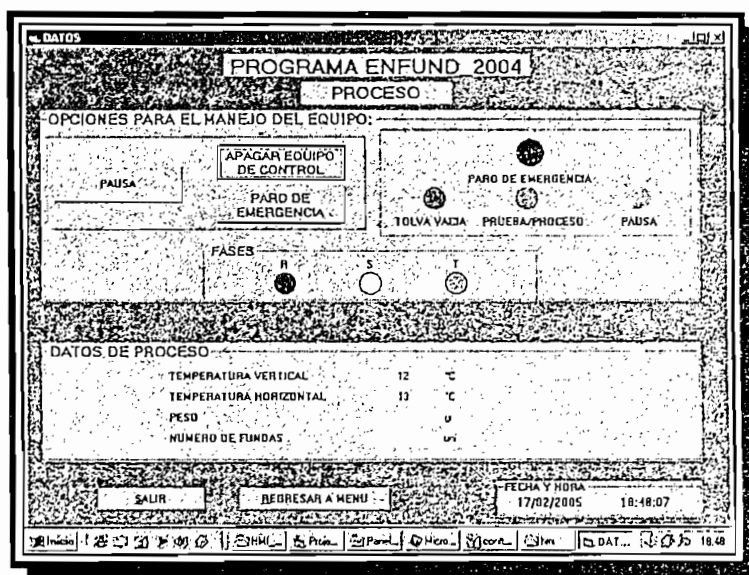


Figura 4.21.- Pantalla de proceso

Al pulsar el botón de PARO DE EMERGENCIA desaparece el menú y las opciones de manejar el equipo y se presenta la pantalla de la Figura 4.22

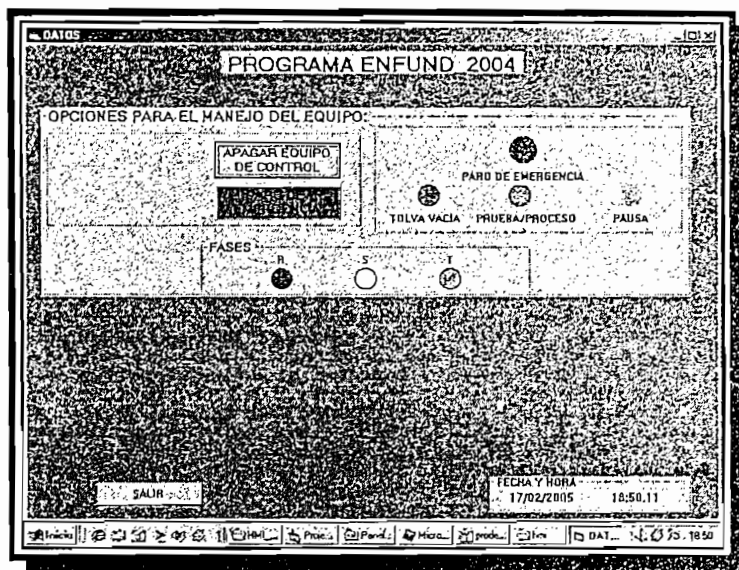


Figura 4.22.- Pantalla de paro de emergencia

Al ingresar en historial (ver Figura 4.23) y confirmar pulsando el botón de HISTORIAL se despliega la pantalla en excel que se indica en la figura 4.24.

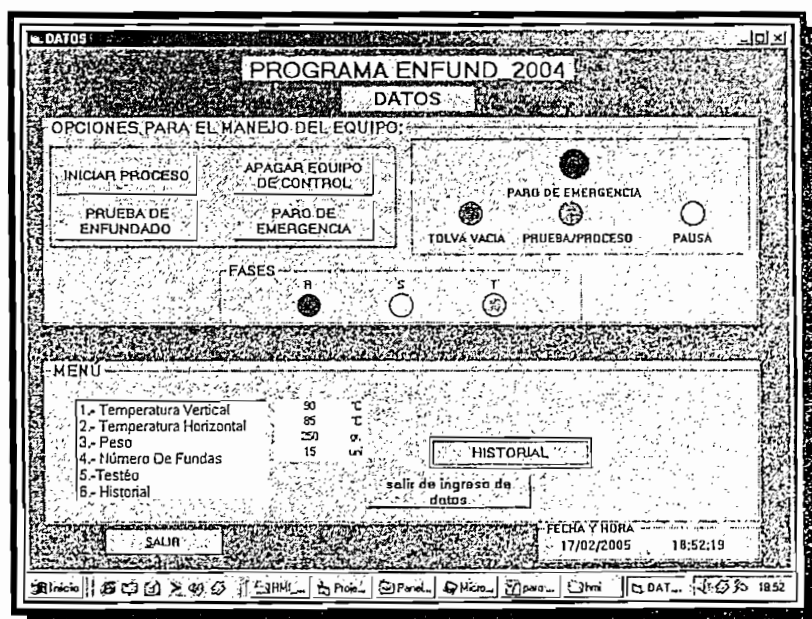


Figura 4.23.- Pantalla para ingresar a historial

	A	B	C	D	E	F	G
1	FECHA	HORA	EVENTO	PESO ENLADADO	PESO DESFODADO	PRO. DE FUNDAS	
2	05/02/2005	11:51:36	FIN DE PROCESO	1250	0	3	
3	07/02/2005	08:04:23	PARO DE EMERGENCIA	3150	225	5	
4	14/02/2005	11:51:36	FIN DE PRUEBA	1500	270	5	
5	14/02/2005	11:51:36	APAGAR	2800	125	5	

Figura 4.24.- Pantalla en Excel de los datos de la máquina

En caso de querer cambiar los valores seteados se pulsa el botón de regresar a menú o también se puede salir del programa sin apagar la máquina.

4.3.3 PROGRAMACIÓN EN VISUAL BASIC PARA EL ENFUD_2004

Utiliza varios elementos internos como timer, label, command buton, frame, mscomm1, shape, list box y text box para el diseño de las pantallas y la programación.

- Timer: provoca una interrupción cada 50 ms para comunicarse con el microcontrolador del conjunto formador de fundas para actualizar los datos. Además, se lo utiliza para mostrar el texto en la pantalla de presentación.

A continuación se presenta parte del programa donde se utiliza el timer para comunicarse con el microcontrolador.

```
Private Sub Timer1_Timer()
    Timer1.Enabled = True
    If MSComm1.PortOpen = False Then
        MSComm1.PortOpen = True
    Else
        End If
    MSComm1.Output = Chr$(53)
    Do
    DoEvents
    Loop Until (INICIO.MSComm1.InBufferCount >= 1)
    encendido = AscW(MSComm1.Input)
    encendidol = Val(encendido)
    MSComm1.PortOpen = False
    If encendidol = 1 Then
        INICIO.Hide
        INICIO.Enabled = False
        If MSComm1.PortOpen = True Then
            MSComm1.PortOpen = False
        Else
            End If
        PRESENTACIÓN.Enabled = True
        PRESENTACIÓN.Show
        Timer1.Enabled = False
    End If
End Sub
```

- Label: se utiliza para la presentación de títulos, fecha, hora y nombres de las variables como se indica a continuación (ver Figura 4.25).

ENFUN_2004

Figura 4.25.- Se indica el título del programa en un Label

- Command buton: a través de este comando de botón se realizan acciones de operación como son prender o apagar la máquina, ingresar y salir de paro de emergencia, iniciar en modo de proceso o prueba el enfundado, realizar una pausa del empaquetado, confirmar variables, realizar testeo y presentar el historial.

Se toma y se presenta como ejemplo al botón con el que va a prender la máquina.

```
Private Sub Command1_Click()
    Timer1.Enabled = False
    If MSComm1.PortOpen = False Then
        MSComm1.PortOpen = True
    Else
        End If
    MSComm1.Output = Chr$(1) 'dato para que se encienda pic
    MSComm1.PortOpen = False
    INICIO.Hide
    INICIO.Enabled = False
    If MSComm1.PortOpen = True Then
        MSComm1.PortOpen = False
    Else
        End If
    PRESENTACIÓN.Enabled = True
    PRESENTACIÓN.Show
End Sub
```

- Frame: sirve para la organización de las luces, botones, listas y textos como se indica en la Figura 4.26.

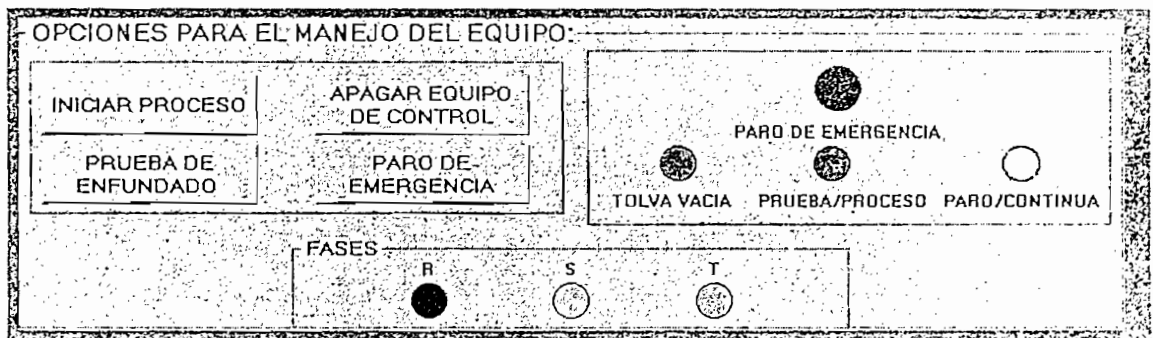


Figura 4.26.- Se indica el Frame de opciones de manejo de la máquina

- Mscomm1: se utiliza para la comunicación con el microcontrolador y se debe configurar la velocidad de comunicación, el número de bits y sin bit de paridad.

Se tiene un ejemplo de la transmisión de datos en el siguiente párrafo.

```

If sw4 = 1 Then          'temperatura vertical
  If MSComm1.PortOpen = False Then
    MSComm1.PortOpen = True
  Else
  End If
  MSComm1.Output = Chr$(5)  'DATO DE TEMPERATURA
  Do
  DoEvents
  Loop Until (DATOS.MSComm1.InBufferCount >= 1)
  MSComm1.Output = Chr$(tv3)  'DATO DE TEMPERATURA
  MSComm1.PortOpen = False
  sw4 = 0
  Label12 = CStr(tv2)
End If

```

- Shape: se emplea para simular las luces de ON/OFF, paro de emergencia, proceso o prueba, pausa y detección de fases como se ve en la Figura 4.26
- List box: indica la lista de las variables y del modo de testeo y de historial como se indica en la Figura 4.27.

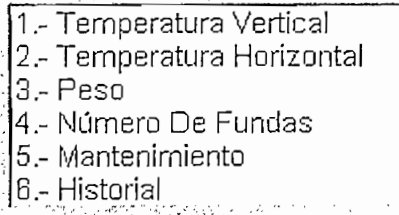


Figura 4.27.- Se presenta la lista de opciones en un List box

- Text box: es para el ingreso de variables como temperatura, peso y número de fundas (Ver Figura 4.28).

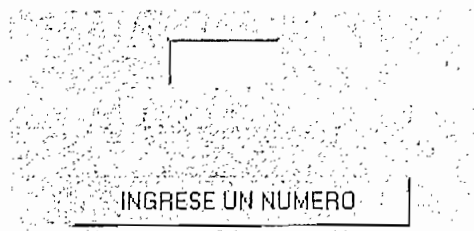


Figura 4.28.- En el text box se ingresa números o texto.

4.4 COMUNICACIÓN ENTRE MICROCONTROLADORES Y EL COMPUTADOR

Como se indica y se visualiza en el gráfico 3.3 del capítulo 3 a la tarjeta del sistema de formación de las fundas están conectadas las tarjetas del sistema de ingreso y visualización de datos, el sistema de ponderación y el computador.

4.4.1 COMUNICACIÓN ENTRE MICROCONTROLADORES

Se utiliza el método maestro esclavo, siendo el microcontrolador del conjunto de formación de fundas el maestro y los dos restantes son los esclavos (ver Figura 4.29).

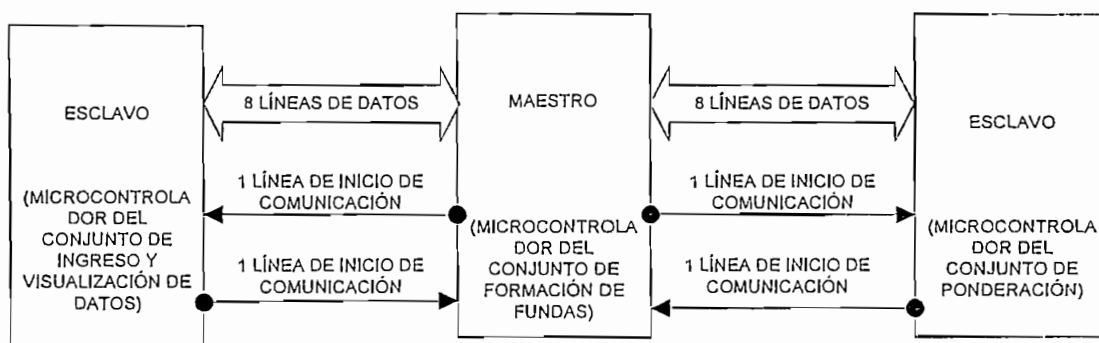


Figura 4.29.- Diagrama de bloques para el intercambio de información entre conjuntos.

Los buses son bidireccionales de diez líneas (ocho de datos y dos para control).

El microcontrolador maestro comparte ocho pines (puerto D) para la comunicación y utiliza dos pines para enviar la señal de inicio y dos para recibir la confirmación de datos.

El master empieza la transferencia de datos al encender la enfundadora, para luego distribuir o recibir información de acuerdo a las necesidades del funcionamiento de la máquina. El procedimiento que sigue es comunicarse con los microcontroladores alternadamente cada cierto tiempo para actualizar continuamente los datos.

Los esclavos reciben la señal de comunicación a través de la interrupción externa (RB0).

El master coloca en el bus de datos el código de identificación y envía la señal de inicio generando una interrupción en el esclavo; este lee la información enviada y manda la señal de dato cargado y dependiendo de la función que realiza la máquina envía uno, dos o cuatro datos como se indica en la figura 4.30.

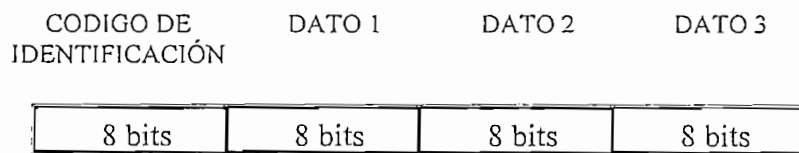


Figura 4.30.- Código implementado en la comunicación de cuatro datos

Para enviar los otros elementos se realiza el mismo procedimiento.

El código de identificación es un número de 8 bits asignado a la función a realizar y los datos son partes de la máquina o variables del proceso.

Para recibir información, el maestro envía la orden de transferir datos a los esclavos los cuales transmiten siempre cuatro elementos con el procedimiento descrito anteriormente.

El envío se lo realiza en dos subrutinas que se describen a continuación.

➤ **Subrutina para enviar un dato.**

Esta subrutina se utiliza para el encendido o apagado de la máquina, para indicar que se está en paro de emergencia, en el ingreso a un modo de funcionamiento, entre otras. En la figura 4.31 se indica el diagrama de la lógica de envío de un dato.

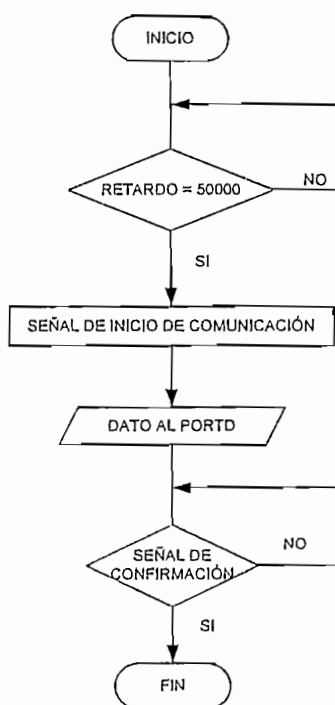


Figura 4.31.- Diagrama de la lógica de comunicación para un dato

En la Figura 4.32 se presenta el ejemplo de encendido de la máquina: el código de identificación 0000001 (1), ordena que se encienda los otros dos módulos.

CODIGO DE IDENTIFICACIÓN

0000001

Figura 4.32.- Código de encendido de la máquina.

En el caso de funciones como las de mantenimiento se envían dos datos repitiendo el procedimiento anterior.

➤ Subrutina para enviar cuatro datos.

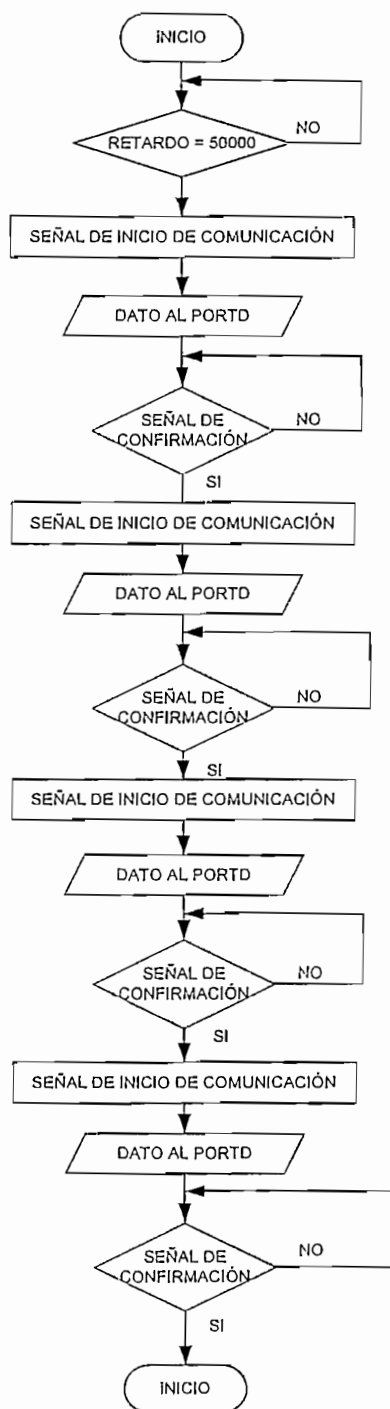


Figura 4.33.- Diagrama de la lógica de la comunicación para cuatro datos

La lógica que se indica en la Figura 4.33 se utiliza para enviar variables como peso enfundado, desfogado y seteado; número de fundas ingresadas y realizadas; temperaturas de soldado e historial.

Para que el microcontrolador reconozca los datos de las variables se los envía con el código de identificación y se desprecian los demás datos como se indica en el siguiente ejemplo.

CODIGO DE IDENTIFICACIÓN	DATO 1	DATO 2	DATO 3
00010111	00000001	11110100	XXXXXXXX

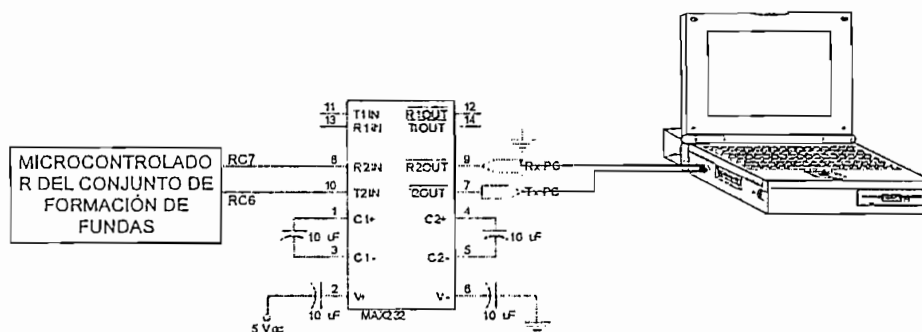
Figura 4.34.- Código implementado para la comunicación de cuatro dígitos

En la Figura 4.34 se presenta el ejemplo de cambio de peso, en este caso el código de identificación 00010111 (23) indica que debe cargar el nuevo peso a enfundar, el dato 1 00000001 (1) es una parte del peso en hexadecimal y el dato 2 11110100 (F4), es la segunda parte del peso. El número con los dos registros que se forma es 1F4 que en decimal equivale a 500.

Los valores de temperatura solo son enviados al microcontrolador del conjunto de ingreso y visualización de datos.

4.4.2 COMUNICACIÓN ENTRE EL MICROCONTROLADOR Y EL COMPUTADOR

Se emplea el puerto serial del computador y el módulo del microcontrolador de la tarjeta de formación de fundas utilizando el protocolo RS232.



Al igual que la comunicación entre microcontroladores, se envía uno o cuatro datos de acuerdo a la variable o funcionamiento de la máquina.

CAPÍTULO 5

5 PRUEBAS Y RENDIMIENTO DE LA ENFUNDADORA

INTRODUCCIÓN

Terminada la automatización de la enfundadora, en este capítulo se presentan los ensayos realizados para la verificación del funcionamiento de la máquina; y se analiza el rendimiento del prototipo, calculando la utilidad que genera y el tiempo que se demora en recuperar la inversión.

5.1 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA

Las pruebas que se realizan en el funcionamiento del prototipo, buscan establecer una temperatura adecuada de soldado de la funda, un tamaño de funda apropiado para la cantidad de producto a empacar y verificar el error en el peso producido por la balanza.

En las pruebas se hacen cinco fundas en cada proceso para siete pesos distintos; además, se cuenta el tiempo que tarda en realizar el enfundado.

5.1.1 TEMPERATURA DE SOLDADO

Al iniciar un proceso de enfundado se tiene un tiempo muerto de calentamiento de las matrices de soldado, el cual es mayor cuando las resistencias se encuentran a temperatura ambiente.

Dentro de la operación de la máquina, cuando la temperatura de las resistencias ha bajado de un rango mínimo, se detiene el enfundado para energizar las resistencias y calentarlas, normalizando las acciones en el proceso como se explicó en el capítulo 3.

Los sensores están colocados en la parte posterior de las matrices como se indicó en el capítulo 2, permitiendo medir una temperatura aproximada de la superficie de contacto de la matriz con el plástico.

5.1.1.1 Temperatura Vertical

Realizadas pruebas con el polietileno se determinó que la temperatura de soldado vertical debe ser mínima de 85 °C en el lugar donde se encuentra el sensor.

En la figura 5.1 se presenta el comportamiento de la matriz vertical durante el calentamiento, desde la temperatura ambiente (16 °C) hasta la temperatura de soldado del plástico.

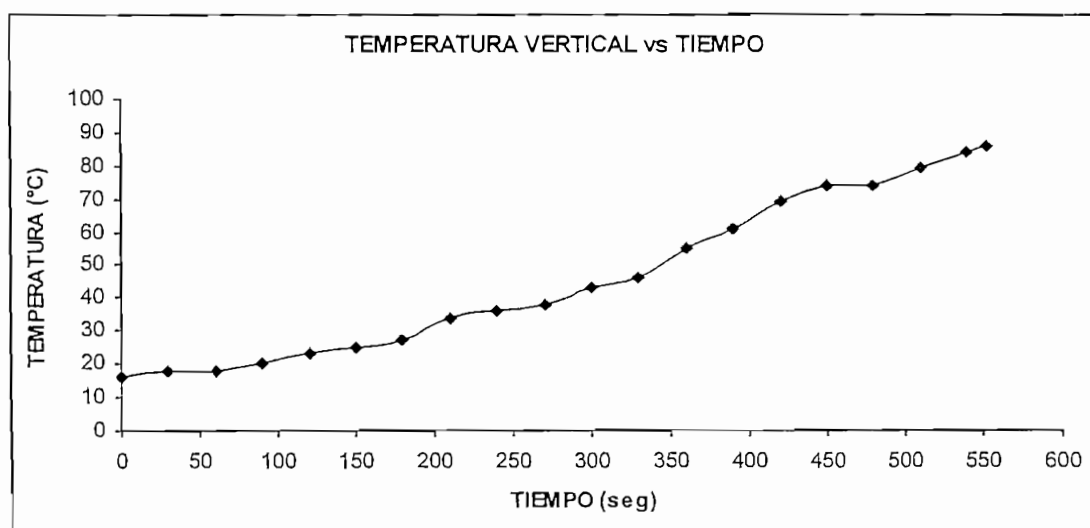


Figura 5.1.- Gráfica de la temperatura de la matriz vertical versus el tiempo de calentamiento

5.1.1.2 Temperatura Horizontal

La temperatura más apropiada para el soldado horizontal es de 95 °C aproximadamente en el sitio de medición y su estabilidad depende del ambiente que rodea a la máquina.

En la figura 5.2 se indica el tiempo que tardan las resistencias en llegar a la temperatura de operación para que realice el sellado de la funda.

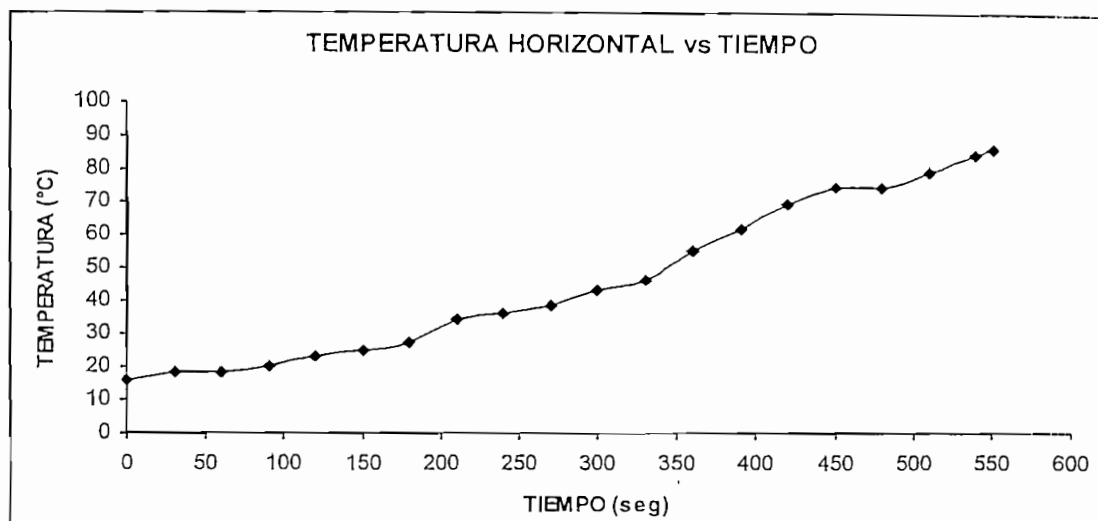


Figura 5.2.- Gráfica de la temperatura de la matriz horizontal versus el tiempo de calentamiento

5.1.2 TAMAÑO DE LA FUNDA

La máquina enfunda producto en diferentes tamaños de funda que va de acuerdo al peso ingresado.

En las pruebas se verifica el tamaño de las fundas para los distintos pesos de manera que permitan un proceso de enfundado rápido para granos con diámetro entre 3mm y 5mm.

En la siguiente tabla se presentan las dimensiones medias de las fundas y los rangos de peso que puede abarcar una de ellas:

RANGO DE PESO (gramos)	LONGITUD DE LA FUNDA (cm)	ANCHO DE LA FUNDA (cm)
250 - 383	20.7	17.5
384 - 511	23.6	17.2
511 - 639	27	17
640 - 767	30.2	17.4
768 - 895	33.4	17
896 - 1000	35.5	17.6

Tabla 5.1.- Tamaño de las fundas en centímetros y la capacidad en gramos que abarca.

5.1.3 VERIFICACIÓN DEL PESO ENFUNDADO

A continuación se presentan los datos que se obtuvieron en las diferentes pruebas. También se indican los tiempos que tarda en la realización de cinco fundas de manera continua.

> 250 Gramos

NÚMERO DE FUNDAS	PESO REQUERIDO (gramos)	PESO ENFUNDADO O (gramos)	PESO EN BRUTO (gramos)	ERROR EN %
1	250	262	267	-4.800
2	250	253	258	-1.200
3	250	239	244	4.400
4	250	256	261	-2.400
5	250	252	257	-0.800

Tabla 5.2.- Datos de un proceso de cinco fundas y un peso de 250gr

Tiempo Total:	2min:36seg
Tiempo por Unidad:	31.2seg

Tabla 5.3.- Tiempo que se tarda en realizar las cinco fundas con producto

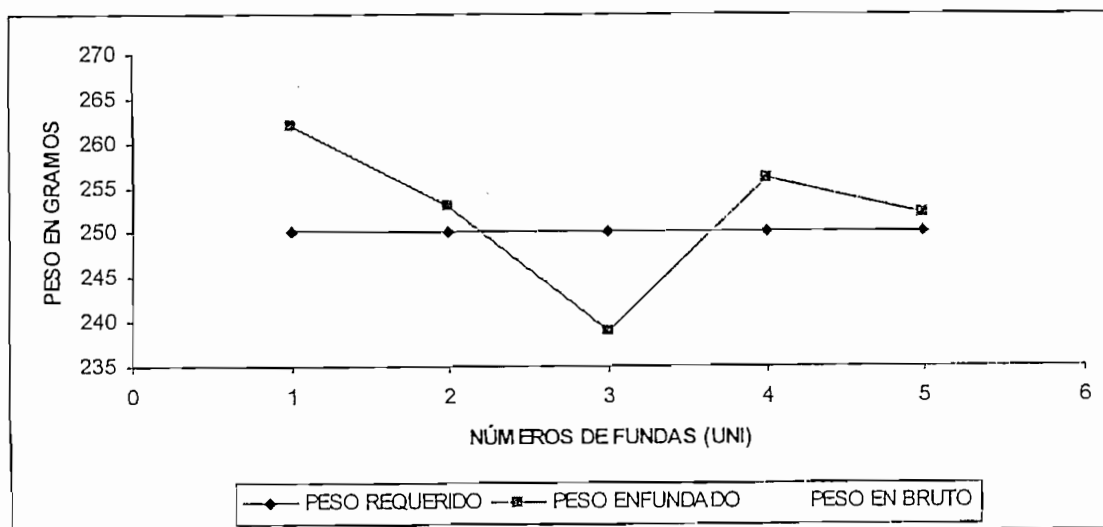


Figura 5.3.- Pesos de 250 gramos

✓ 452 Gramos.

NÚMERO DE FUNDAS	PESO REQUERIDO (gramos)	PESO ENFUNDADO (gramos)	PESO EN BRUTO (gramos)	ERROR EN %
1	452	444	445	1.770
2	452	450	455	0.442
3	452	442	447	2.212
4	452	442	447	2.212
5	452	447	452	1.106

Tabla 5.4.- Datos de un proceso de cinco fundas y un peso de 250gr

Tiempo Total:	3min:18seg
Tiempo por Unidad:	39.6seg

Tabla 5.5.- Tiempo que se tarda en realizar las cinco fundas con producto

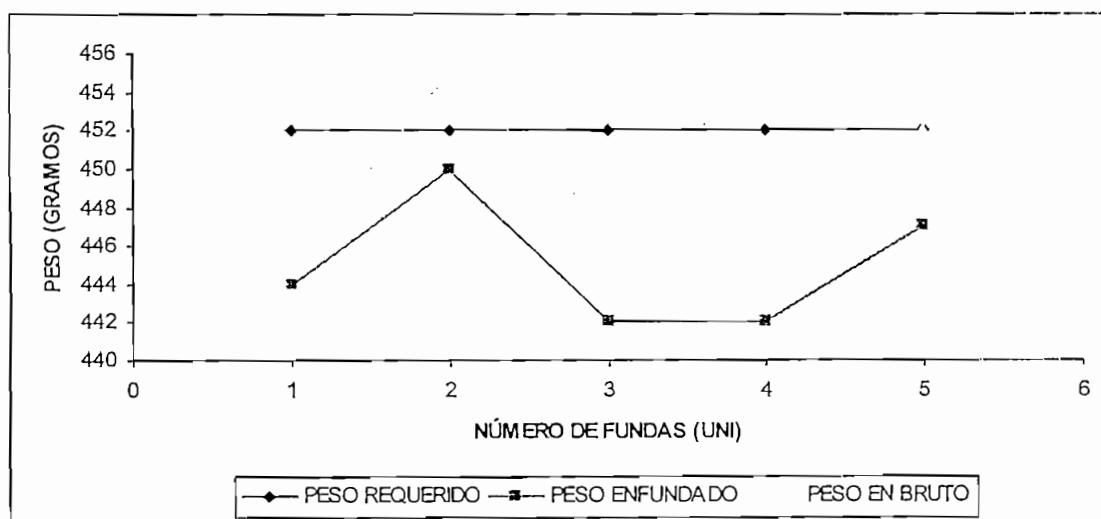


Figura 5.4.- Pesos de 452 gramos

> 500 Gramos

NÚMERO DE FUNDAS	PESO REQUERIDO (gramos)	PESO ENFUNDADO (gramos)	PESO EN BRUTO (gramos)	ERROR EN %
1	500	490	496	2.000
2	500	491	497	1.800
3	500	493	499	1.400
4	500	500	506	0.000
5	500	503	509	-0.600

Tabla 5.6.- Datos de un proceso de cinco fundas y un peso de 500gr

Tiempo Total:	4min:54seg
Tiempo por Unidad:	58.8seg

Tabla 5.7.- Tiempo que se tarda en realizar las cinco fundas con producto

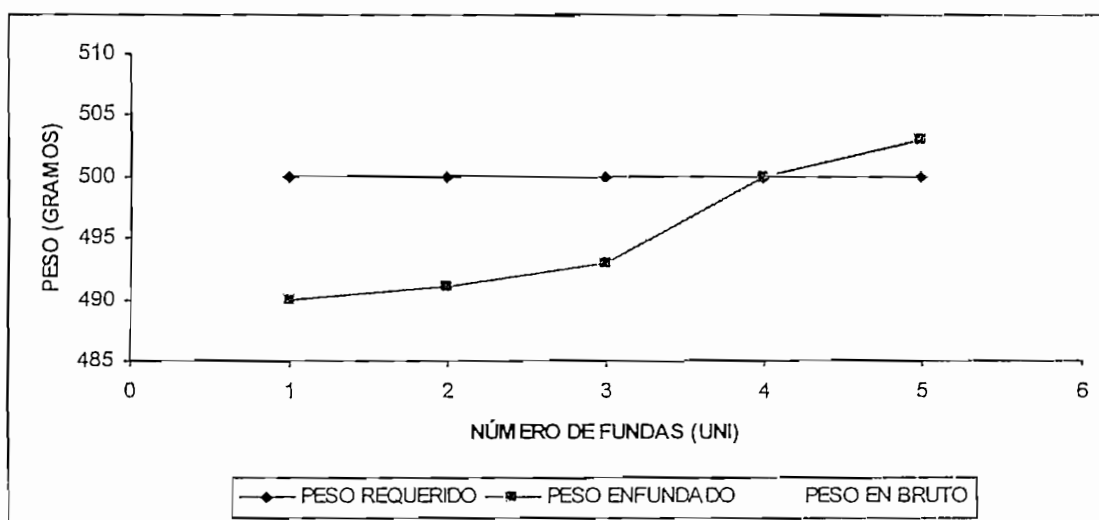


Figura 5.5.- Pesos de 500 gramos

γ 625 Gramos

NÚMERO DE FUNDAS	PESO REQUERIDO (gramos)	PESO ENFUNDADO (gramos)	PESO EN BRUTO (gramos)	ERROR EN %
1	625	630	636	-0.800
2	625	618	624	1.120
3	625	622	628	0.480
4	625	621	627	0.640
5	625	617	623	1.280

Tabla 5.8- Datos de un proceso de cinco fundas y un peso de 625 gr

Tiempo Total:	5min:25seg
Tiempo por Unidad:	65seg

Tabla 5.9.- Tiempo que se tarda en realizar las cinco fundas con producto

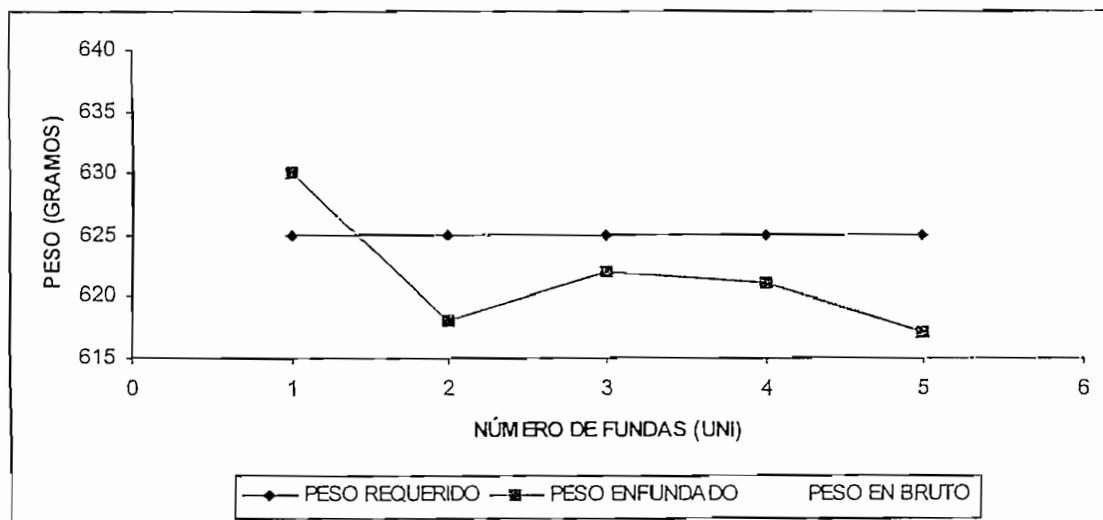


Figura 5.6.- Pesos de 625 gramos

> 750 Gramos

NÚMERO DE FUNDAS	PESO REQUERIDO (gramos)	PESO ENFUNDADO (gramos)	PESO EN BRUTO (gramos)	ERROR EN %
1	750	748	755	0.267
2	750	764	771	-1.867
3	750	754	761	-0.533
4	750	756	763	-0.800
5	750	747	754	0.400

Tabla 5.10.- Datos de un proceso de cinco fundas y un peso de 750gr

Tiempo Total:	3min:40seg
Tiempo por Unidad:	44seg

Tabla 5.11.- Tiempo que se tarda en realizar las cinco fundas con producto

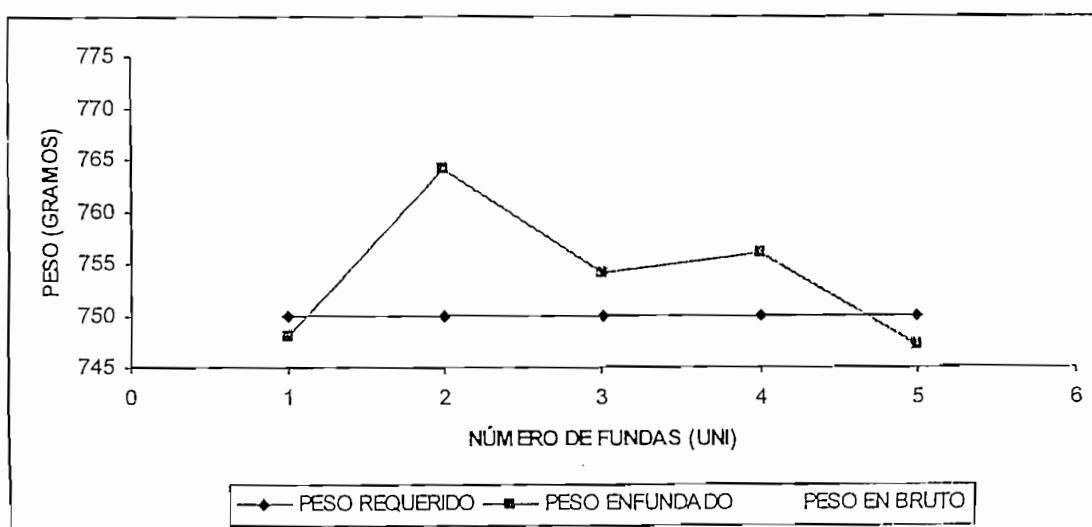


Figura 5.7.- Pesos de 750 gramos

γ 904 Gramos.

NÚMERO DE FUNDAS	PESO REQUERIDO (gramos)	PESO ENFUNDADO (gramos)	PESO EN BRUTO (gramos)	ERROR EN %
1	904	855	863	5,420
2	904	851	859	5,863
3	904	854	862	5,531
4	904	863	871	4,535
5	904	861	869	4,757

Tabla 5.12.- Datos de un proceso de cinco fundas y un peso de 904 gr.

Tiempo Total:	3min:47seg
Tiempo por Unidad:	45.4seg

Tabla 5.13.- Tiempo que se tarda en realizar las cinco fundas con producto

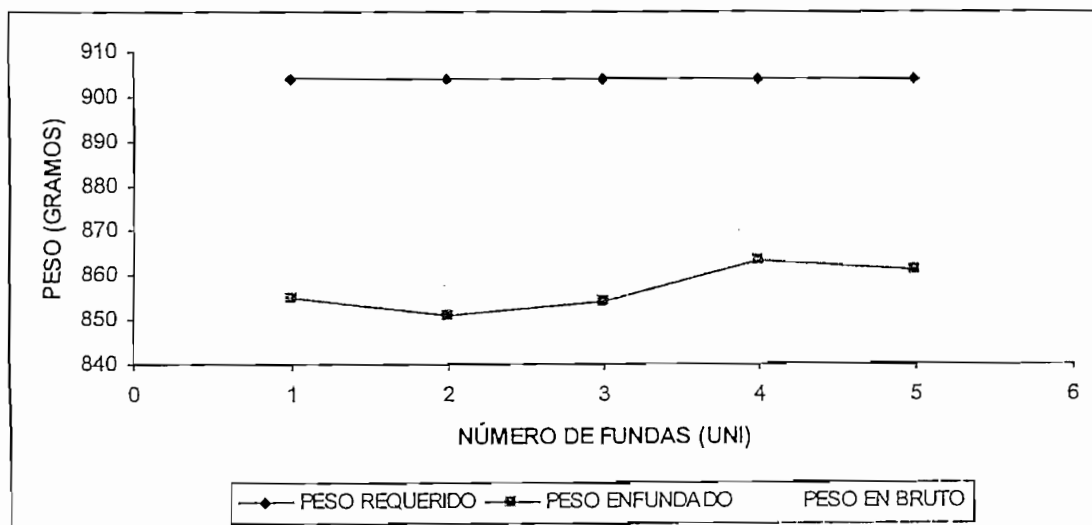


Figura 5.8.- Pesos de 904 gramos

γ 1000 Gramos.

NÚMERO DE FUNDAS	PESO REQUERIDO (gramos)	PESO ENFUNDADO (gramos)	PESO EN BRUTO (gramos)	ERROR EN %
1	1000	960	969	4,000
2	1000	969	977	3,100
3	1000	971	979	2,900
4	1000	995	1004	0,500
5	1000	972	981	2,800

Tabla 5.14.- Datos de un proceso de cinco fundas y un peso de 1000 gr.

Tiempo Total:	6min:50seg
Tiempo por Unidad:	82seg

Tabla 5.15.- Tiempo que se tarda en realizar las cinco fundas con producto

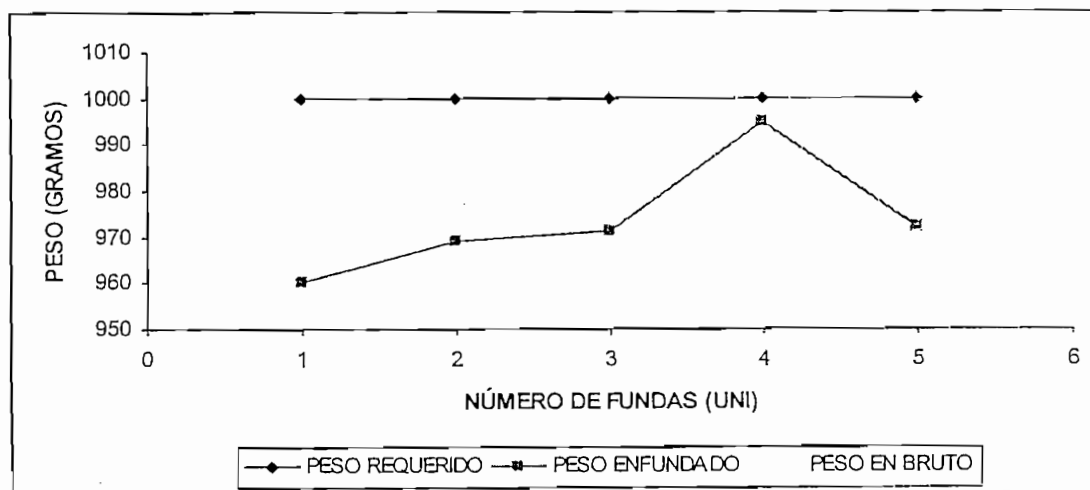


Figura 5.9.- Pesos de 1000 gramos

5.1.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para llegar a los 85 °C tarda aproximadamente nueve minutos y doce segundos y el tiempo va a variar de acuerdo a la estabilidad de la temperatura del medio donde se encuentra la máquina. Mientras que para alcanzar los 95 °C, la matriz horizontal se demora aproximadamente diez minutos y ocho segundos.

Con la automatización del prototipo se tiene una velocidad de producción de aproximadamente 2 fundas por minuto, siendo menor en pesos bajos y mayor en los altos, esta cantidad de paquetes puede incrementar si se cambian partes mecánicas y se realizan los respectivos ajuste al controlador implementado.

La balanza que se dispone y el acondicionador utilizado (AD598) generan un error de hasta el 5% del peso que se enfunda; en estas pruebas se obtuvo el error más bajo en 750 gr y el mayor error en 904 gr (2 lbs).

5.2 RENDIMIENTO DE LA ENFUNDADORA

La automatización de una máquina se justifica cuando la inversión genera una utilidad adicional; el estudio del rendimiento del prototipo nos proporcionará una idea de la rentabilidad de la automatización de la enfundadora comparado con la ganancia obtenida con maquinaria semejante.

Para la rentabilidad del prototipo se toma en cuenta la proyección de la utilidad, considerando las perdidas en la producción y el tiempo de recuperación de la inversión. En el análisis se presenta dos casos: el primero es en base al rendimiento ideal de la máquina sin automatizar, y el segundo se basa en el rendimiento ideal de la máquina automatizada.

Previo al estudio se presentan datos como el costo de maquinaria o automatización, sueldos del personal, precio del grano a enfundar y velocidad de producción de las máquinas para el cálculo de las utilidades.

En la implementación de la automatización se adecuó la parte mecánica, eléctrica y el sistema de control. El costo total por la realización del trabajo fue de 3000 dólares americanos como se indica a continuación:

Descripción	Costos
Acondicionamiento electromecánico	716.25
Controlador y software para el control	650
Ingeniería	1633.75
Total:.....	3000

La inversión en la compra de maquinaria nueva o en la automatización de una máquina (costos que incluyen impuestos) se presentan en la Tabla 5.15.

Inversión de la Industria	Dólares
Enfundadora sin automatizar	0
Enfundadora Nueva	10000
Enfundadora Automatizada	3000
Enfundadora Manual más balanza	468
Enfundadora sin automatizar y 2 máquinas manuales	936

Tabla 5.15.- Costos de las máquinas enfundadoras

Para el estudio que se va a realizar la enfundadora de grano nueva encontrada en el mercado está provista de un dosificador volumétrico; la máquina manual no presenta sistema de pesado por lo que se debe agregar una balanza electrónica para mayor precisión; además, se considera la inversión de la enfundadora sin automatizar más dos máquinas manuales con balanza y finalmente se asume que el costo de la enfundadora sin automatizar ya fue recuperado.

Los sueldos de la Tabla 5.16 están basados en "La tablita dolarizada" ^[1]. El costo de la hora se obtiene dividiendo el sueldo del mes para las 160 horas laborables.

Sueldos (Dolares)		
Personal	Por mes	Por hora
Obrero Pesador	250	1,56
Operador Máquina Nueva	300	1,87
Operador Máquina Automatizada	300	1,87
Operador Máquina Normal	300	1,87
Operadores Máquina sin automatizar y 2 máquinas manuales	800	5

Tabla 5.16.- Datos de los sueldos que perciben los operadores tomado de la tablita dolarizada

Para conocer la utilidad se parte de una determinada cantidad de un grano y se toma en cuenta los costos del plástico. El producto a utilizar es la soya con un peso de 452 gr (1 libra).

^[1] SÁNCHEZ, Gilberto. La Tablita Dolarizada. Ediciones Edype. Quito Ecuador. 2002.

El costo de la soya por quintal es menor al costo por libras; a esto se aumenta el precio de la funda obteniendo un nuevo valor por paquete como se ve en la Tabla 5.17.

Costo de la soya		
Gramos	Enfundada	Por quintal
452 (1lbr)	0,35	0,23

Tabla 5.17.- Costo del producto a enfundar por libras y por quintales

El tiempo que se demora en realizar una funda y el número de fundas hechas en 160 horas de trabajo (1 mes), se presentan en la Tabla 5.18.

Velocidad de Producción					
	Tiempo en realizar 1 funda (Seg)	No. De Fundas			
		1 Hora	1 Día (8 h)	1 Semana (40 H)	1 Mes (160 h)
Enfundadora sin Automatizar	60	60	480	2400	9600
Enfundadora Nueva	15	240	1920	9600	38400
Enfundadora Automatizada	39	92,31	738,46	3692,31	14769,23
Enfundadora Manual	150	24	192	960	3840
Enfundadora sin automatizar y 2 enfundadoras manuales	33,33	108,01	864,09	4320,43	17281,73

Tabla 5.18.- Tiempo en el que se demoran las máquinas en la realización de una funda

En la enfundadora sin automatizar se consideró un tiempo aproximado debido a que no se pudo tomar datos de tiempo de producción por motivos que se analizan en el capítulo 2. El tiempo asignado a la enfundadora manual es establecido tomando en cuenta el trabajo del hombre, el cual disminuye con el transcurrir de las horas debido a diferentes factores. El número de fundas realizadas por la enfundadora sin automatizar y dos máquinas manuales aumenta considerando que las tres funcionan al mismo tiempo.

Las pruebas descritas en este capítulo permiten estimar un error en la ponderación para el prototipo; además, se asume el error de la enfundadora sin automatizar considerando el dosificador volumétrico y la calibración del paso del producto al tanteo. Para la máquina nueva el error teórico que se le asigna es tomado del libro "Instrumentación et automation des procedes industriels"^[1]; finalmente, el error generado por el obrero al utilizar la enfundadora manual es pequeño considerando que tiene tiempo suficiente para realizar sus funciones (ver Tabla 5.19).

ERROR PRODUCIDO EN 452 GR (1 LB)		
	En gramos	%
Enfundadora sin automatizar	70	15,5
Enfundadora Nueva	23	5,1
Enfundadora Automatizada	7	1,5
Enfundadora Manual más balanza	5	1,1

Tabla 5.19.- Errores considerados para las máquinas y los obreros en la ponderación de un producto.

^[1] ABDALLA BSATA, "instrumentation et automation des procedes industriels", Editorial Le Griffon d'arglle, Saint – Laurent.

En la Tabla 5.20 se presenta el costo de la funda (bolsa) sin producto, el precio por quintal y por paquete; al igual que la ganancia obtenida por funda.

Análisis por Funda				
	Costo de la bolsa	Precio por mayor 1 lb	Precio del paquete 1 Lb	Ganancia por funda
Máquina sin automatizar	0,03	0,23	0,35	0,09
Máquina Nueva	0,03	0,23	0,35	0,09
Máquina Automatizada	0,03	0,23	0,35	0,09
Máquina sin automatizar y dos manuales	0,026	0,23	0,35	0,094
Máquina Manual más balanza	0,01	0,23	0,35	0,11

Tabla 5.20.- Costo por funda y del producto enfundado

5.2.1 RENDIMIENTO DE LA ENFUNDADORA SIN AUTOMATIZAR

La máquina enfundadora sin automatizar debido al sistema de llenado del tipo volumétrico genera pérdidas por el error en el peso, disminuyendo las ganancias; estas pérdidas son comparadas y analizadas con las producidas por una máquina nueva y por el prototipo.

En el análisis se toma en cuenta 1 lb de soya y la producción de la máquina sin automatizar en un mes que es 9600 fundas (ver Tabla 5.17).

En la Tabla 5.21 se indica la utilidad que se obtiene en una producción de 9600 fundas.

Análisis de Pérdidas en 9600 Fundas			
	Por Peso en Gramos	Por peso en Libras	En Dolares
Máquina sin automatizar	672000	1486,73	341,95
Máquina Nueva	220800	488,50	112,35
Máquina Automatizada	67200	148,67	34,19

Tabla 5.21.- Cantidad de producción en un mes y las pérdidas generadas en el peso tomado como referencia la producción de la máquina sin automatizar.

Rendimiento (En Dolares)				
	Perdidas por Peso	Sueldos por mes	Ganancia en Producción	Utilidad
Máquina sin automatizar	341,95	300	864,00	222,05
Máquina Nueva	112,35	300	864,00	451,65
Máquina Automatizada	34,19	300	864,00	529,81

Tabla 5.22.- Utilidades generadas en la producción de 9600 fundas

La corrección del error por automatización o compra de una máquina nueva genera una utilidad adicional; debido a la diferencia de la inversión (ver Tabla 5.15), el tiempo de recuperación de la misma es mayor comprando una máquina nueva (Ver Tabla 5.23).

Tiempo de Recuperación de la Inversión			
	Automatizando	Comprando	Sin invertir
Utilidad adicional en 1 mes (En Dolares)	307,75	229,59	0,00
Meses para recuperar la inversión	9,75	43,56	0,00

Tabla 5.23.- Tiempo de recuperación de la inversión en meses

La automatización de la máquina genera un aumento en la utilidad a partir del décimo mes, justificando la inversión en la automatización de la enfundadora de grano.

5.2.2 RENDIMIENTO DE LA ENFUNDADORA AUTOMATIZADA

La industria para aumentar su producción necesita automatizar o comprar equipo de acuerdo a las posibilidades económicas y en base a un análisis de rentabilidad.

El prototipo produce idealmente 14769 fundas al mes (Ver Tabla 5.18), considerando que operara al 94.8% de su capacidad total se realiza el análisis de rendimiento para 14000 fundas. Para llegar a este propósito la máquina sin automatizar requiere de dos máquinas manuales adicionales; mientras que, la producción de la máquina nueva es mayor.

La Tabla 5.24 indica los costos de producción sin considerar el valor de las fundas. Los sueldos están considerados por el número de horas que tardan en realizar 14000 fundas y en el caso de las máquinas sin automatizar y manuales se suman los sueldos de los tres operarios.

Costos de Producción			
	Fundas Necesarias	Horas Necesarias	Sueldos
Máquina Nueva	14000	58,33	109,38
Máquina Automatizada	14000	151,67	284,38
Máquina sin automatizar y 2 máquinas manuales	14000	129,62	648,08

Tabla 5.24.- Horas necesarias y sueldos necesarios para la producción de 14000 fundas.

Las Tablas 5.16 y 5.18 proporcionan la información para la Tabla 5.25 donde se analiza las pérdidas por error en el peso.

Análisis de Pérdidas en 14000 Fundas			
	Por Peso en Gramos	Por peso en Libras	En Dolares
Máquina sin automatizar	672000	1486,72566	341,95
Máquina Nueva	322000	712,389381	163,85
Máquina Automatizada	98000	216,814159	49,87
Máquina Manual más balanza	22000	48,6725664	11,19
Máquina sin automatizar y 2 máquinas manuales	694000	1535,39823	353,14

Tabla 5.25.- Costos por pérdidas en al producción de 14000 fundas

La Tabla 5.20 provee de datos del costo por funda, obteniendo una ganancia en producción la cual se indica en la Tabla 5.26. La máquina sin automatizar con las dos manuales producen más ganancia debido a que el precio de la bolsa es menor.

Rendimiento en 14000 fundas (En Dolares)				
	Ganancia en Producción	Sueldos	Perdidas por Peso	Utilidad
Máquina Nueva	1260	109,38	163,85	986,78
Máquina Automatizada	1260	284,38	49,87	925,76
Máquina sin automatizar y 2 máquinas manuales	1316	648,08	353,14	314,78

Tabla 5.26.- Cuadro de utilidades producidas en la elaboración de 1400 fundas.

La Tabla 5.27 Indica el tiempo de recuperación de la inversión en meses si se otorga toda la utilidad para recuperar la inversión.

Recuperación de la Inversión		
	En Procesos	En meses
Máquina Nueva	10,13	10,13
Máquina Automatizada	3,24	3,24
Máquina sin automatizar y 2 máquinas manuales	2,97	2,97

Tabla 5.27.- Tiempo de recuperación de la inversión para 14000 fundas de producción.

Para la máquina sin automatizar más las dos manuales el tiempo de recuperación es menor, pero la utilidad que se obtiene es baja comparada con las ganancias de los otros dos casos. El tiempo de recuperación al adquirir una máquina nueva es mayor y la utilidad que genera es aproximada a la del prototipo por tal razón se recomienda automatizar o comprar una máquina nueva para obtener una mejor utilidad.

CAPÍTULO 6

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

INTRODUCCIÓN

Este capítulo se centra en los resultados y la experiencia obtenida en el desarrollo de la automatización de la máquina.

6.1 CONCLUSIONES

- La automatización para la máquina enfundadora de grano seco y otros proyectos realizados en la carrera de Ingeniería en Electrónica y Control, es una muestra de la ingeniería que se realiza en el Ecuador. Lamentablemente, en nuestro país no se fomenta la investigación, por no contar con un presupuesto para desarrollar proyectos.
- El proyecto implementado ha permitido investigar y aplicar los conocimientos adquiridos en libros, aulas y laboratorios de la carrera de Ingeniería en Electrónica y Control.
- Con la automatización se busca incrementar la utilidad, la misma que permite ampliar la industria y mejorar las condiciones de vida de sus empleados. Además, mejora la producción, disminuye errores y hace más segura la operación de la máquina.
- En algunos casos automatizar una máquina resulta más conveniente que comprar una nueva, por los elevados costos que representa la adquisición y el tiempo de recuperación de la inversión.
- La automatización, en base a microcontroladores, presenta una buena fiabilidad y el costo es menor si se compara con la implementada con otros controladores.
- Para automatizar se debe trabajar en la parte mecánica para que las limitaciones por este efecto no sean problema al momento de aplicar un sistema de control.

- El sistema general de control implementado está dividido en módulos con su respectivo microcontrolador, a los cuales se asigna una función de la máquina, simplificando el mantenimiento y permitiendo el desarrollo e investigación de cada uno de los componentes.
- Al tener módulos, además, se agiliza la programación de los microcontroladores y se da versatilidad al control.
- La implementación de paneles de control, utilizando microcontroladores, permite desarrollar una interfaz hombre máquina amigable y a bajo costo.
- Una de las ventajas del microcontrolador es la comunicación con el computador, permitiendo desarrollar un software en el PC, en base a programadores gráficos que permiten el control y monitoreo de la máquina.
- Los acondicionadores de señal de voltaje o corriente existentes en el mercado como el AD-598, facilitan el manejo de sensores resistivos, capacitivos e inductivos, sin incrementar considerablemente el costo del controlador.
- Los relés de estado sólido permiten manejar cargas resistivas de alta potencia sin producir ruido ni calentamiento del switch.
- Cargas inductivas pequeñas pueden ser activadas con triacs, con una red RC en paralelo a la inductancia.

- Los tiempos innecesarios producidos por la estabilización de la balanza, la apertura de la compuerta de la balanza, la caída del producto desde la tolva hacia la funda y el calentamiento de las matrices de soldado, provocan que la máquina realice dos fundas en un minuto.
- La relación con profesionales en áreas afines a la automatización, permite obtener conocimientos y ganar experiencia en temas complementarios a nuestra carrera.
- El aprendizaje se enriquece al desarrollar un proyecto real en el que intervienen factores externos que pasan desapercibidos en el análisis teórico del problema.
- Un buen ingeniero está en la capacidad de mejorar el funcionamiento de una máquina y no debe ser conformista con solo echar a andar la misma.

6.2 RECOMENDACIONES

- Se debe incentivar la investigación en el país para desarrollar controladores menos costosos que brinden alternativas a la industria.
- La carrera debe incluir materias de diseño industrial, resistencia de materiales, entre otras, que ayudarán al estudiante a desenvolverse de una mejor manera en el medio industrial.
- Los sistemas de control que se diseñen deben ser del tipo modular para que una parte pueda ser cambiada por daño o pueda ser mejorada.

- Cada una de las tarjetas y circuitos de potencia del sistema de control deben tener las protecciones contra cortocircuito y sobrecarga.
- Al ser la máquina un prototipo para enfundar grano seco de pequeño volumen, el departamento de Automatización y Control Industrial debe impulsar el mejoramiento de las partes mecánicas y el desarrollo del sistema de control.
- Para tener una mayor velocidad de producción de la máquina enfundadora se deben analizar los mecanismos y el control implementado para eliminar tiempos innecesarios como cambiar o mejorar el sistema de ponderación, el de formación de la funda (blandis) y el de arrastre de la manga.
- La máquina debe ser instalada en un lugar donde la temperatura ambiente no tenga variaciones bruscas y no existan corrientes de aire que cambien la temperatura de las matrices de soldado; por tal razón se recomienda cubrir la parte de las matrices, disminuyendo el tiempo de elaboración de fundas. Adicionalmente se debe verificar la secuencia de la fase, de tal manera que el motor gire en sentido de las manecillas del reloj.
- Para mayor versatilidad y considerando que cada módulo tiene que realizar una función se recomienda utilizar un microcontrolador exclusivo para la comunicación entre los diferentes módulos
- Los sensores que entran en contacto con las partes móviles necesitan de un constante ajuste mecánico o deben ser cambiados por sensores inductivos, infrarrojos u otros que se adapten a la máquina.

- En la actualidad, mientras se continúa con la investigación y se inicia la producción de controladores en base a microprocesadores, se recomienda utilizar PLC's que cumplan con los requisitos y las necesidades de la producción en las industrias, así será más fácil la programación y el tiempo de implementación del sistema de control será menor.

GLOSARIO

- (1) Controlar.- Mantener la medición dentro de límites aceptables.
- (2) Envase alimentario.- es el artículo que está en contacto directo con alimentos destinado a contenerlos desde su fabricación hasta su entrega al consumidor con la finalidad de protegerlos de agentes externos como contaminación, adulteración y demás alteraciones.
- (3) Equipamiento alimentario.- es todo artículo en contacto directo con alimentos que se usa durante la elaboración, almacenamiento, comercialización y consumo de los mismos. Se incluye con esta denominación a los recipientes, maquinarias, cintas transportadoras, válvulas, utensilios y similares.
- (4) Revestimiento.- es una sustancia o producto aplicado sobre la superficie de envases o equipamientos alimentarios cuya finalidad es protegerlos y prolongar su vida útil.
- (5) Migración.- es la transferencia de componentes químicos desde el material en contacto hacia los alimentos, debido a fenómenos físico - químicos.
- (6) Límite de composición.- es la cantidad máxima admisible de un componente particular de interés tóxico en el material en contacto con los alimentos.
- (7) Sustancia fisiológicamente inocua.- sustancia que no hace daño.
- (8) Corrosión.- reacción de un metal con un ácido, oxígeno, u otro compuesto con destrucción de la superficie del metal.

(9) Monómero.- molécula, grupo o compuesto del cual se forma un polímero.

(10) Macromolécula.- se dice de una molécula grande, un polímero natural o sintético.

(11) Enlace Covalente.- Enlace formado cuando dos átomos comparten un par de electrones.

(12) Cadenas.- se dice del enlace de dos o más átomos en una molécula. Las cadenas pueden ser cadenas lineales, en las cuales cada átomo está unido al extremo, o cadenas ramificadas, en las cuales la cadena principal de átomos tiene una o más cadenas pequeñas ramificadas.

(13) Catalizador.- sustancia que altera la velocidad de una reacción química sin cambiar ella misma durante la reacción. Sin embargo, la sustancia catalizadora si puede presentar cambios físicos.

(14) Soldar.- Pegar o unir solidamente dos cosas, o dos partes de una misma cosa, con alguna sustancia igual o semejante a ellas.

(15) Sistema.- es un conjunto o agregado de elementos u objetos integrados armónicamente y con una finalidad común.

(16) Conjunto.- agregado de muchas cosas.

(17) Agregado.- conjunto de varias cosas, que se consideran formando un cuerpo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

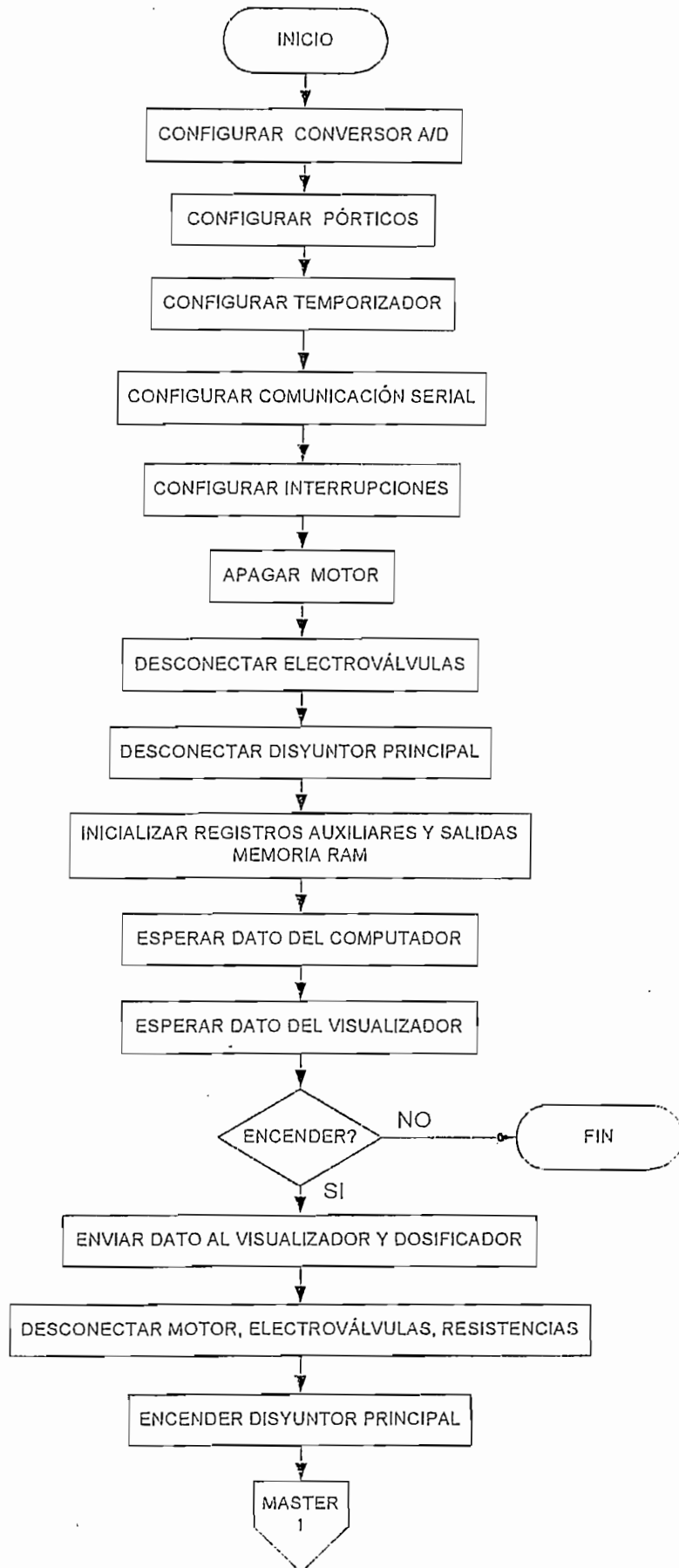
- ROMERA, J. Pedro; LORITE, J. Antonio; MONTORO, Sebastián. Automatización: Problemas Resueltos con Autómatas Programables. 3ra edición. 2000.
- BSATA, Abdalla. Instrumenation et automation des procedes industriels. Editorial Le Griffon d'arglle. Saint – Laurent.
- MEYSENBUG. Tecnología de Plásticos para Ingenieros. Vol IV. 1973.
- RICHARSON & LAKENSGARD. Plásticos Industriales: Teoría y Aplicaciones. Editorial Parafino. Madrid España. 2000.
- SMITH William, Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales. 3ra Edición. Editorial Mc Graw Hill. 1998.
- www.personal1.iddeo.es/romeroa/materia/medicionmasa.htm
- www.sice.oas.org/trade/mrcsrs/resolutions/AN392.asp
- www.ur.mx/cursos/diya/quimica/jescobed/topicos.htm
- www.armatec.com

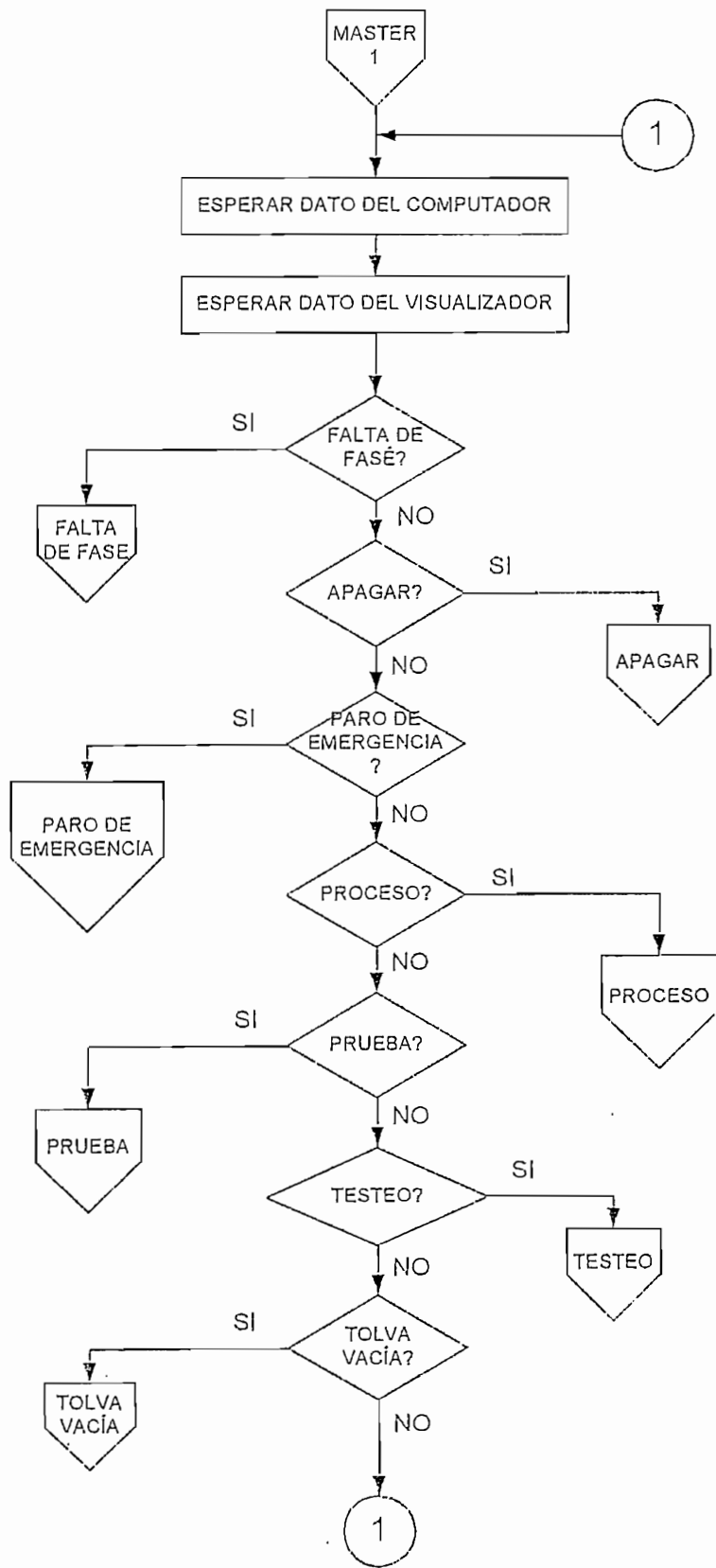
ANEXOS

ANEXO A

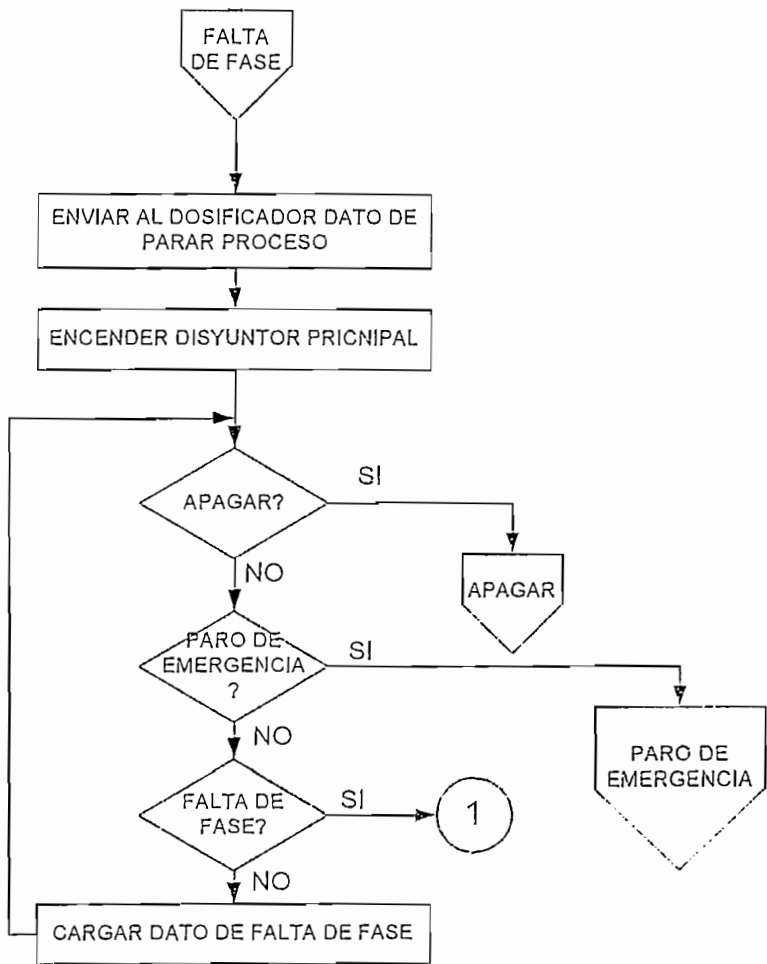
DIAGRAMAS DE FLUJO DE LOS PROGRAMAS PARA
EL MICROCONTROLADOR DE FORMACIÓN DE
FUNDAS, DE PONDERACIÓN Y DE INGRESO Y
VISUALIZACIÓN DE DATOS

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA DEL CONJUNTO DE FORMACIÓN DE FUNDAS

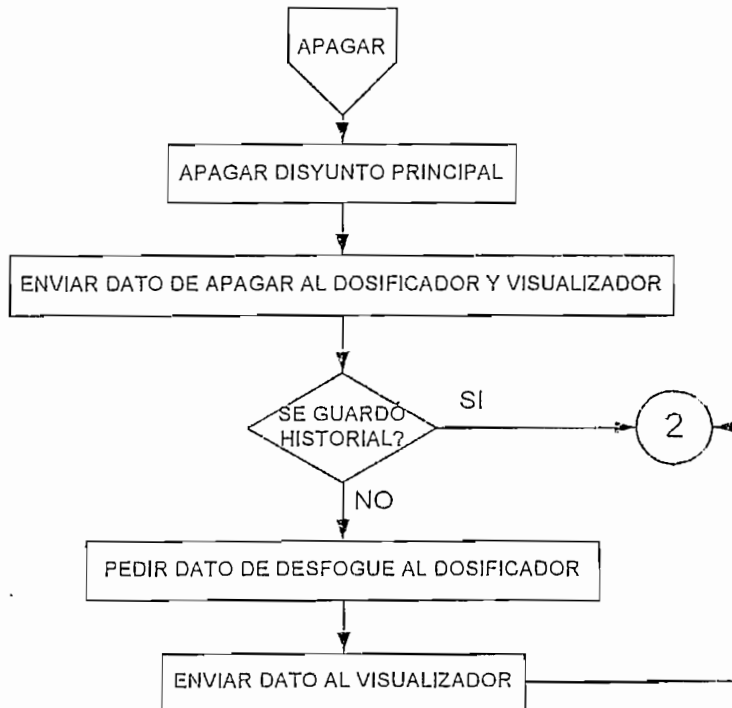




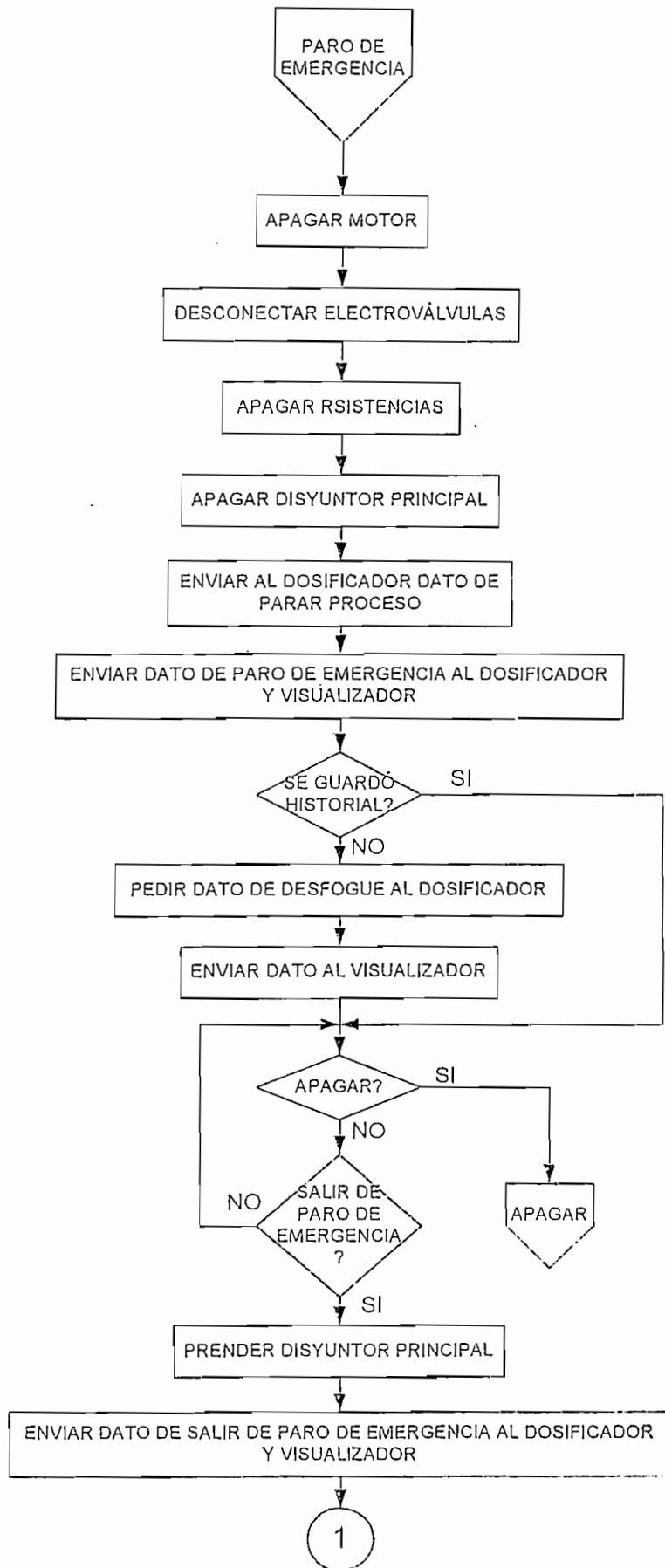
SUBROUTINA DE CONTROL DE FALTA DE FASE



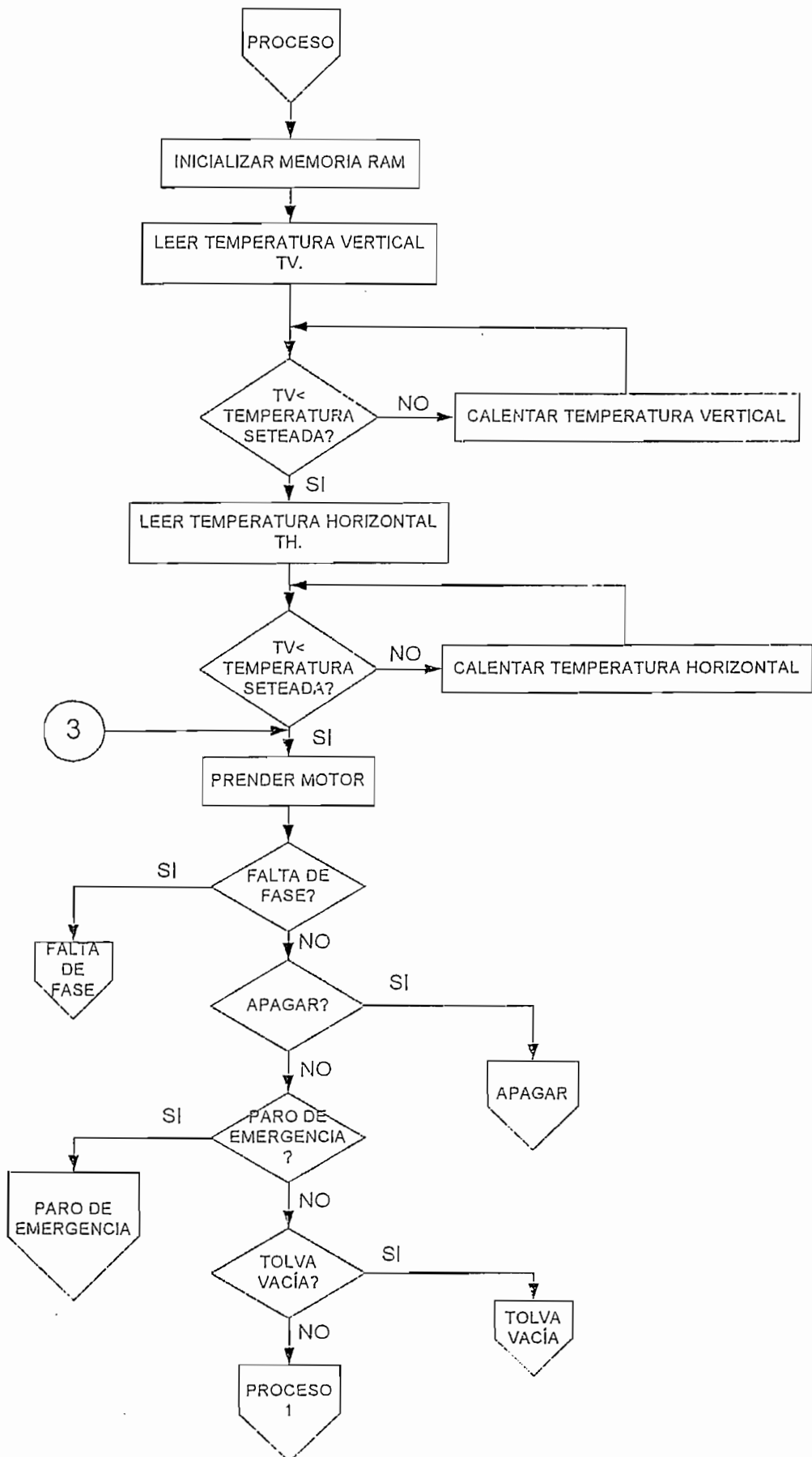
SUBROUTINA DE APAGADO

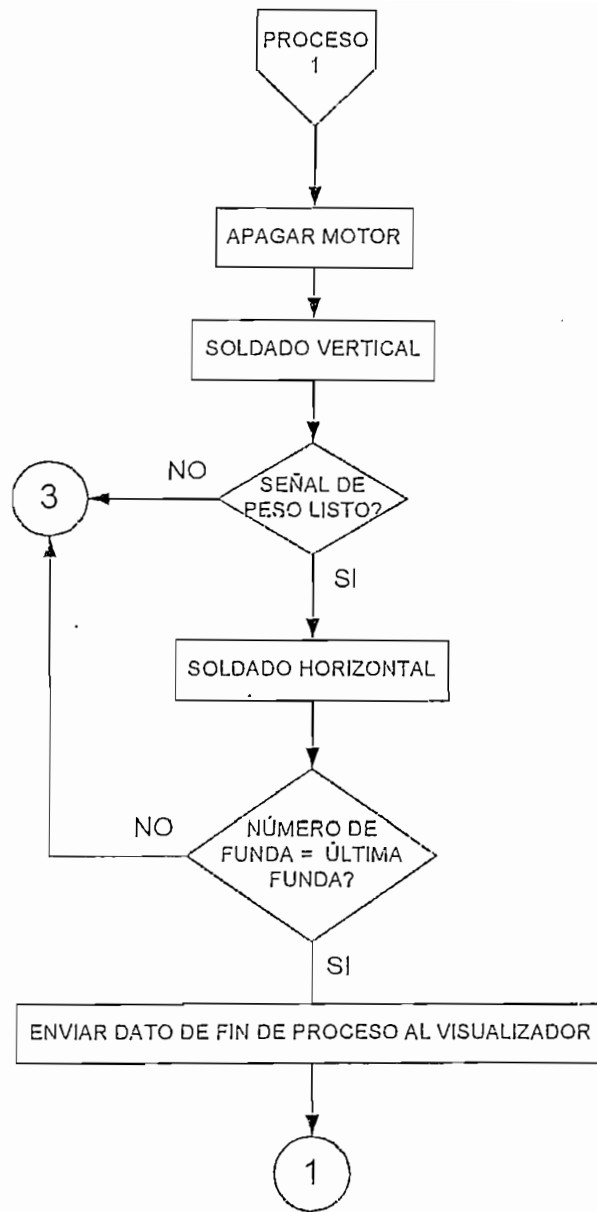


SUBROUTINA DE PARO DE EMERGENCIA

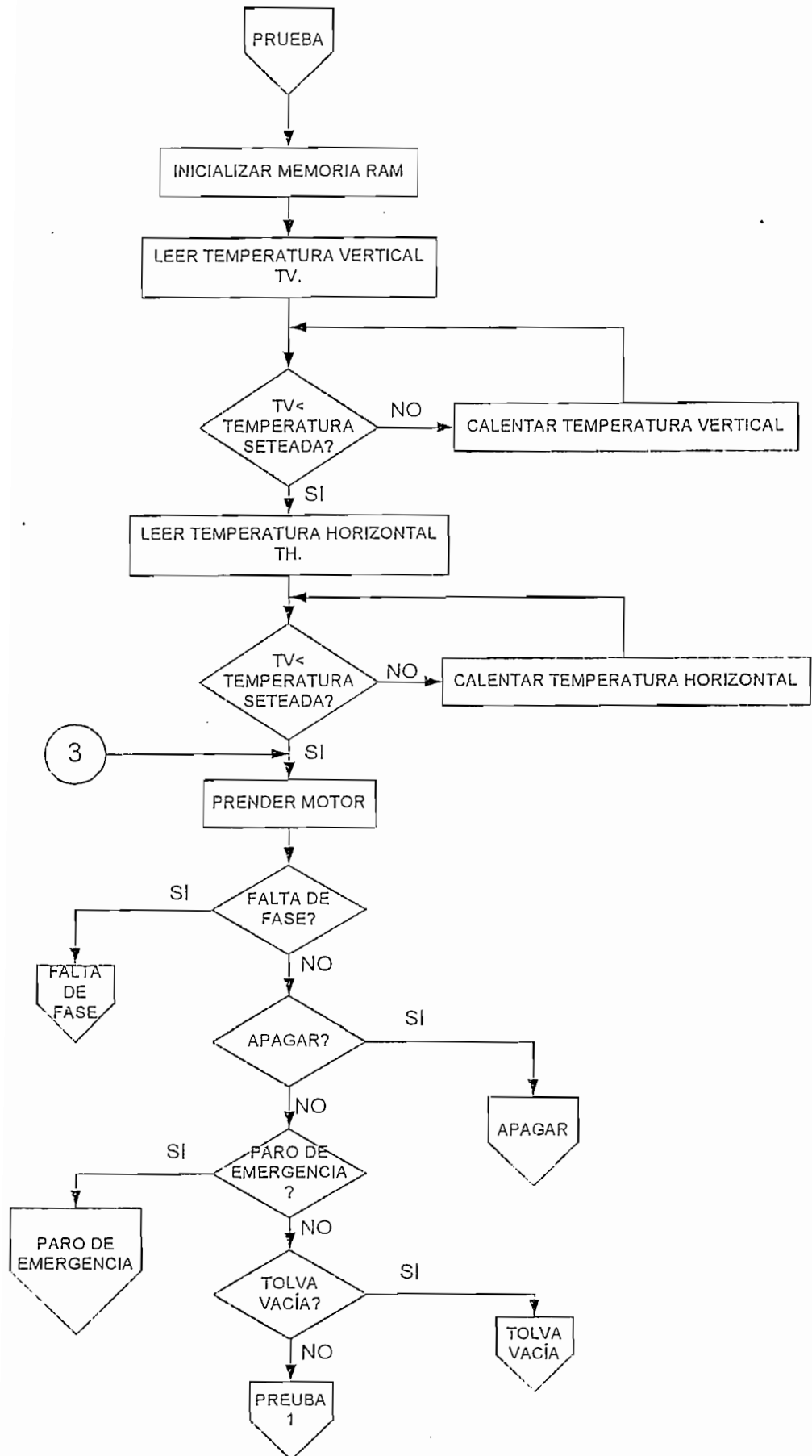


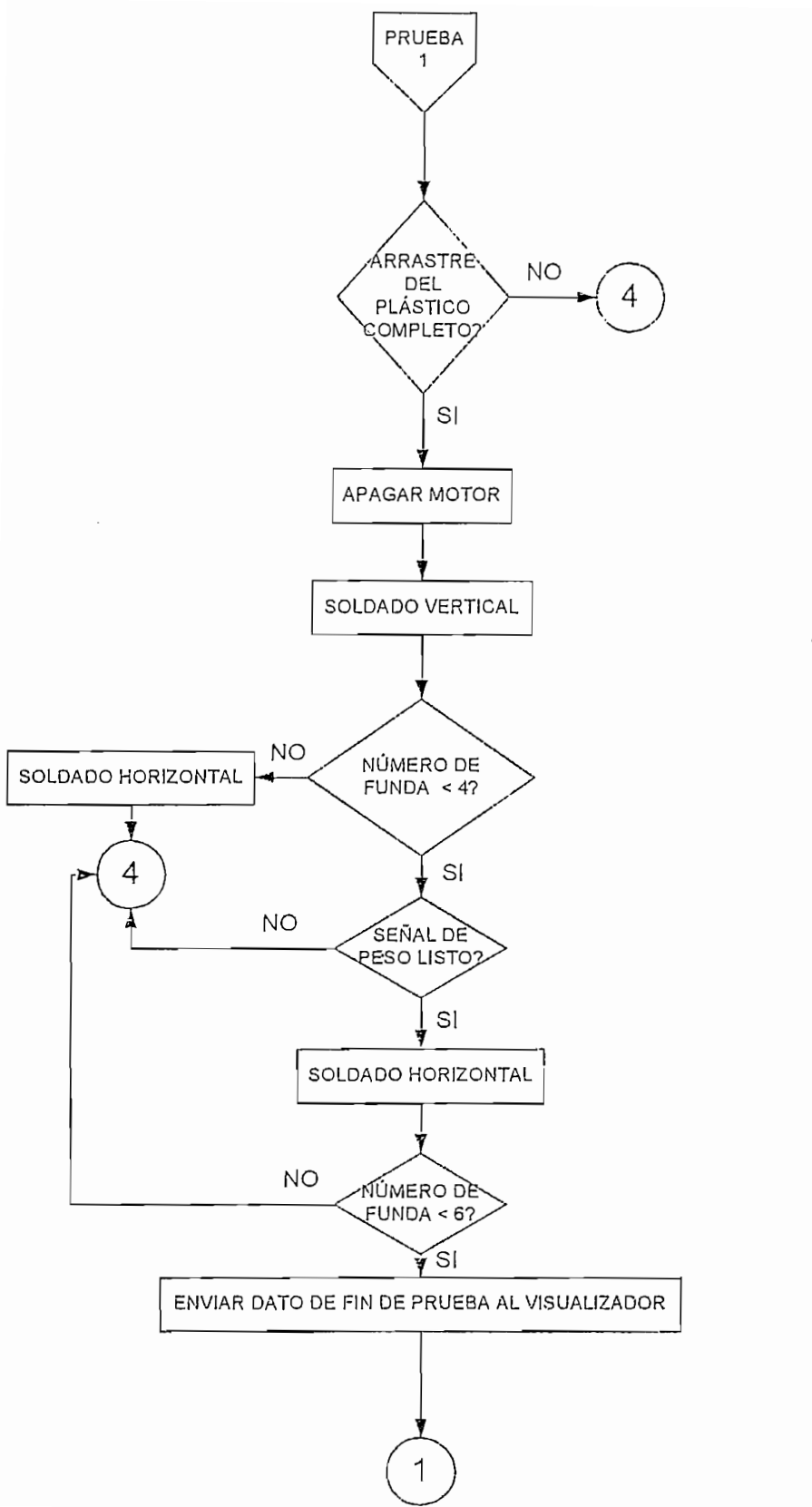
SUBROUTINA DE CONTROL MODO PROCESO



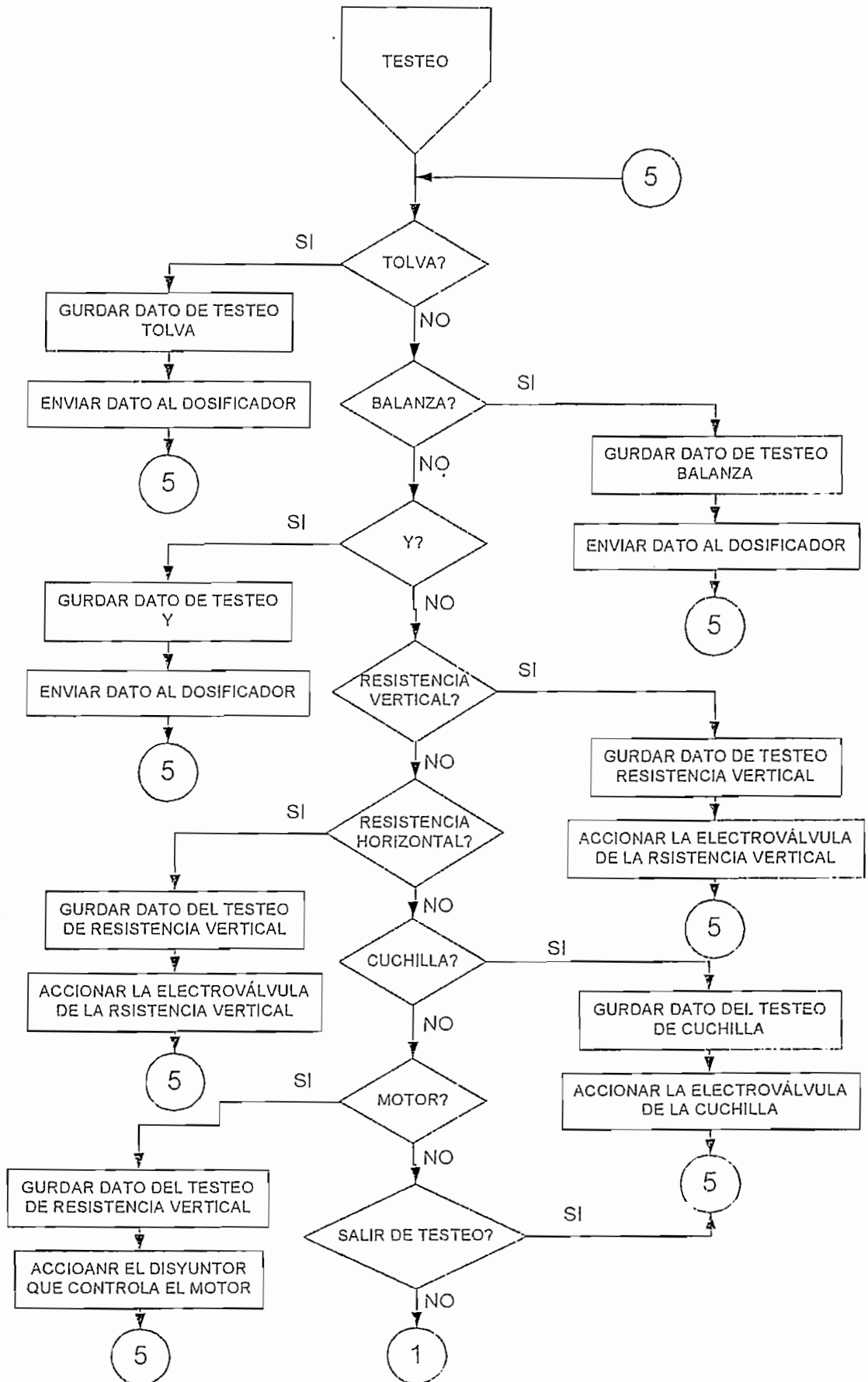


SUBROUTINA DE CONTROL MODO PRUEBA





SUABRUTINA DE TESTEO



SUBROUTINA DE CONTROL DE TOLVA

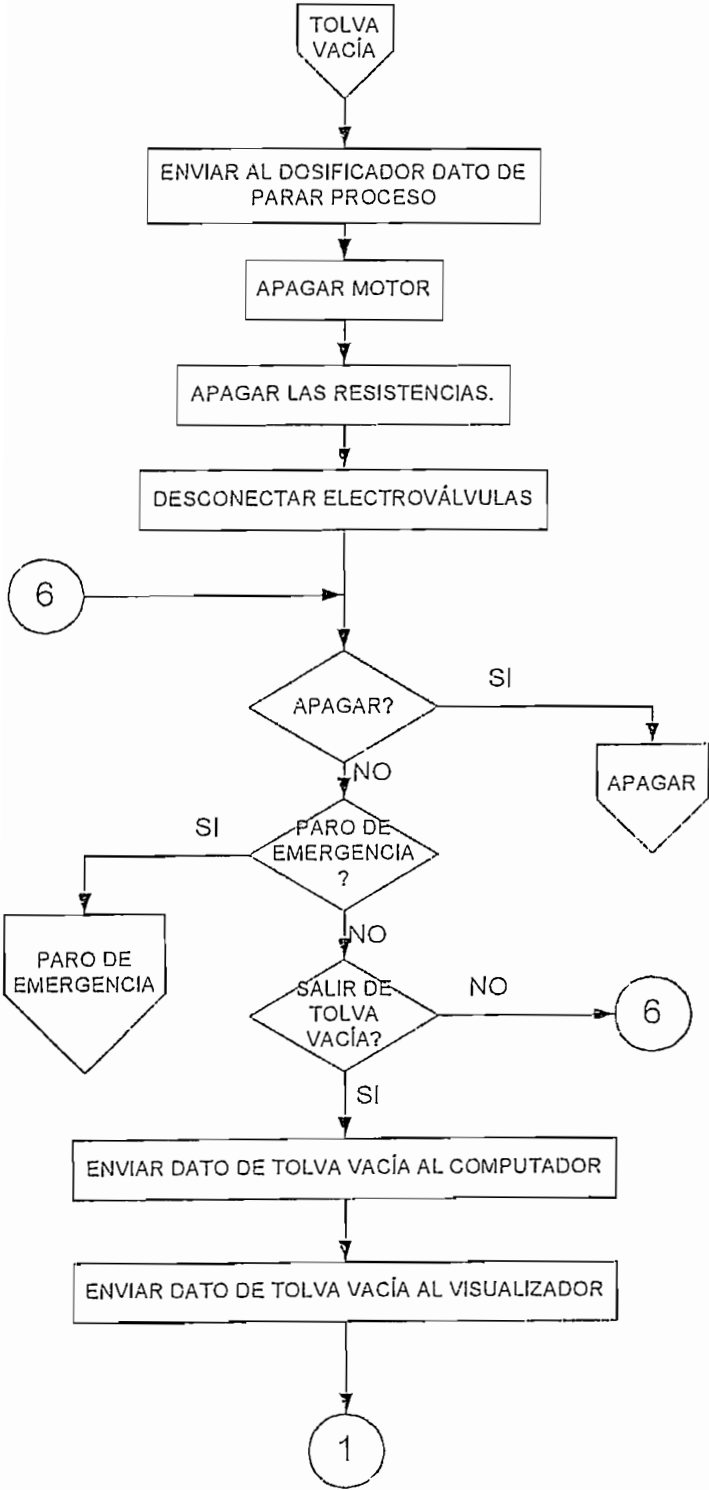
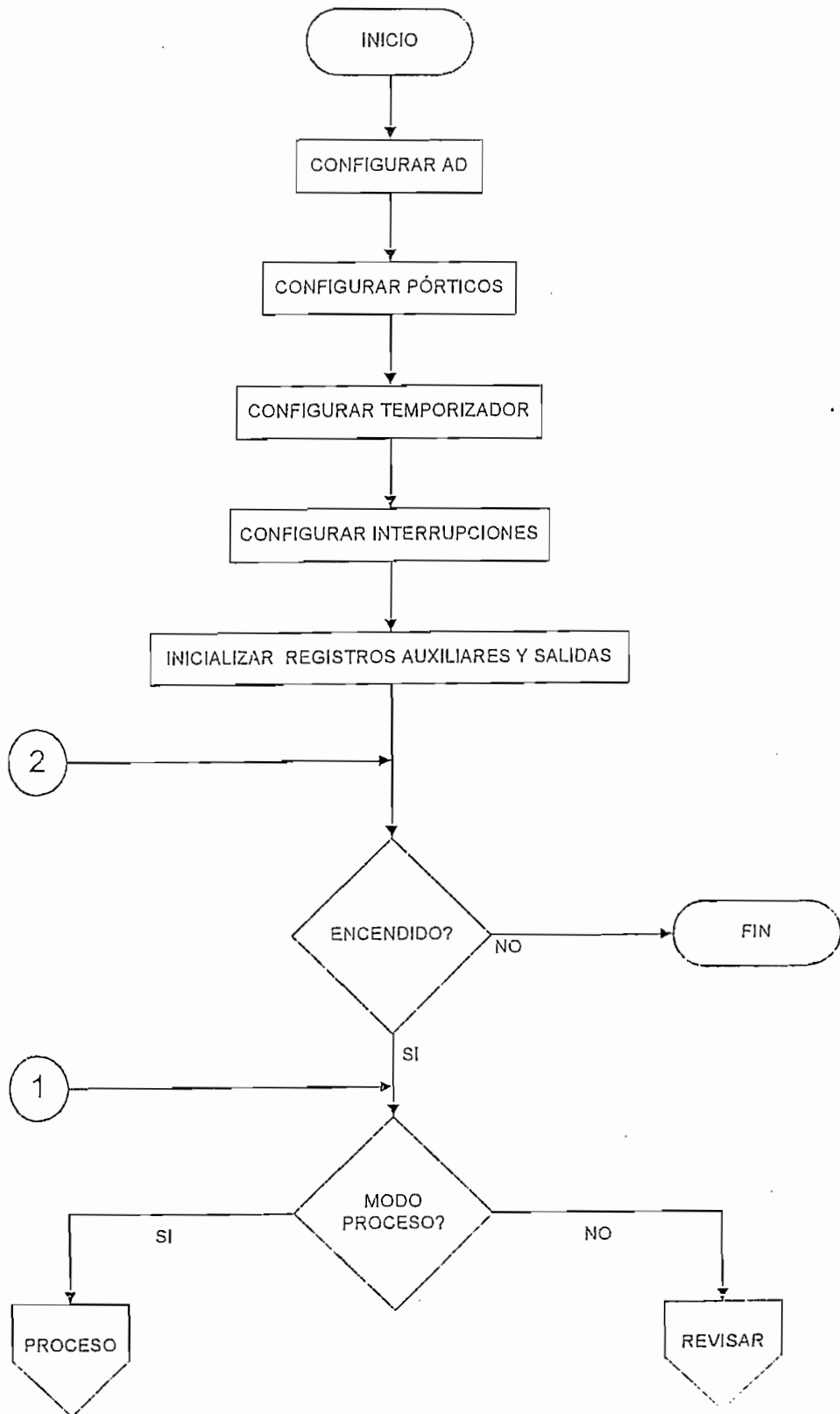
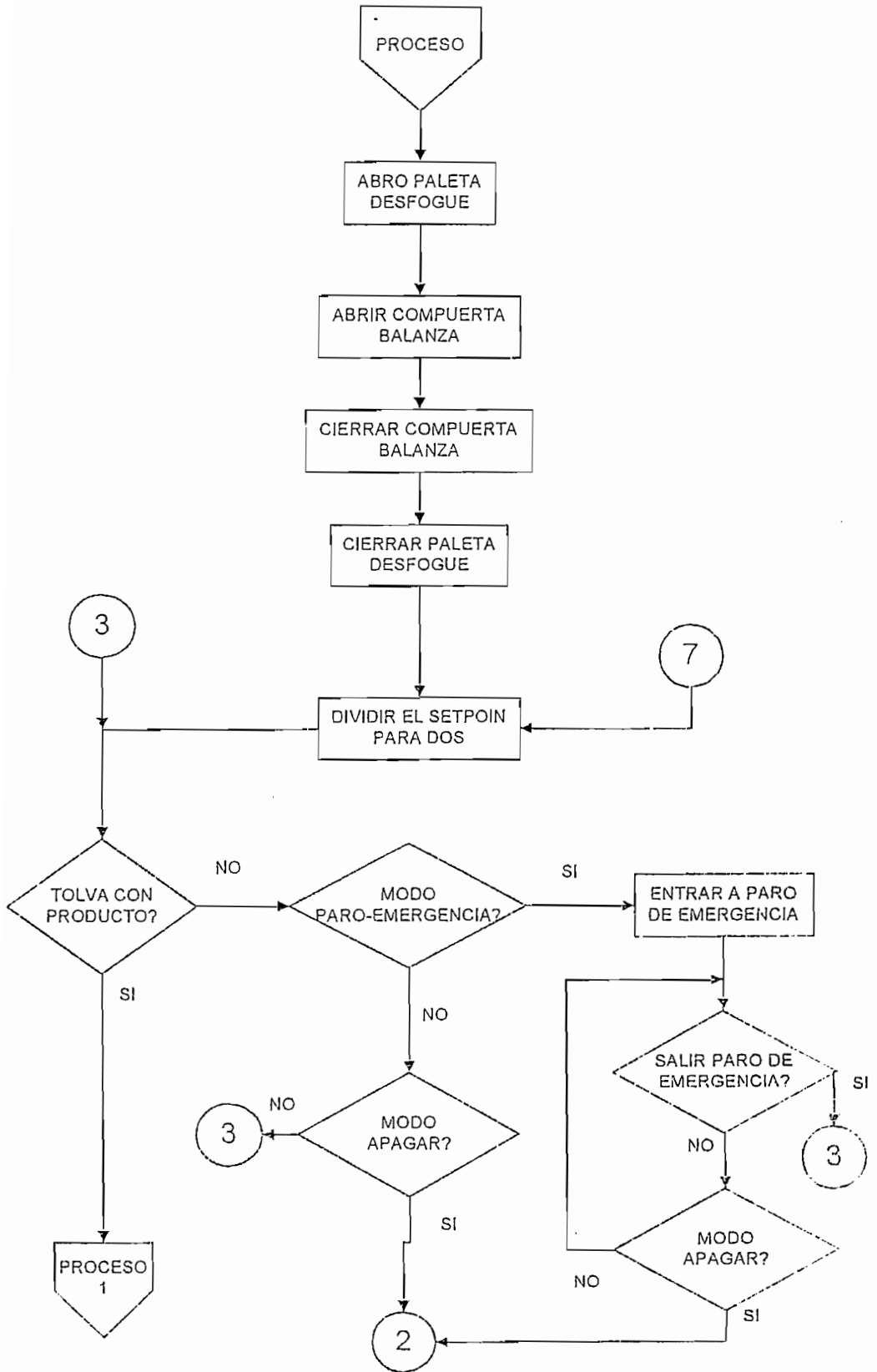
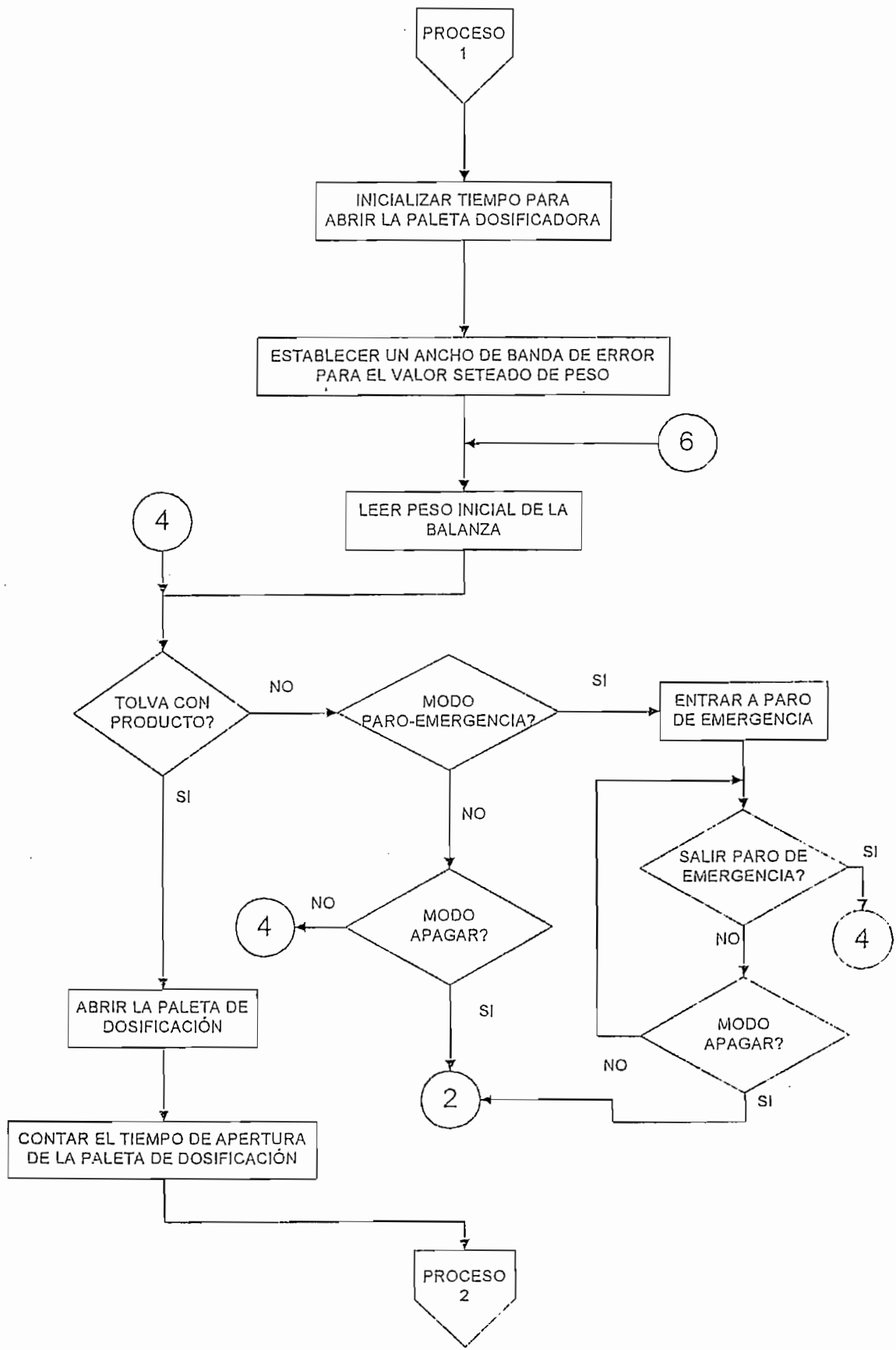


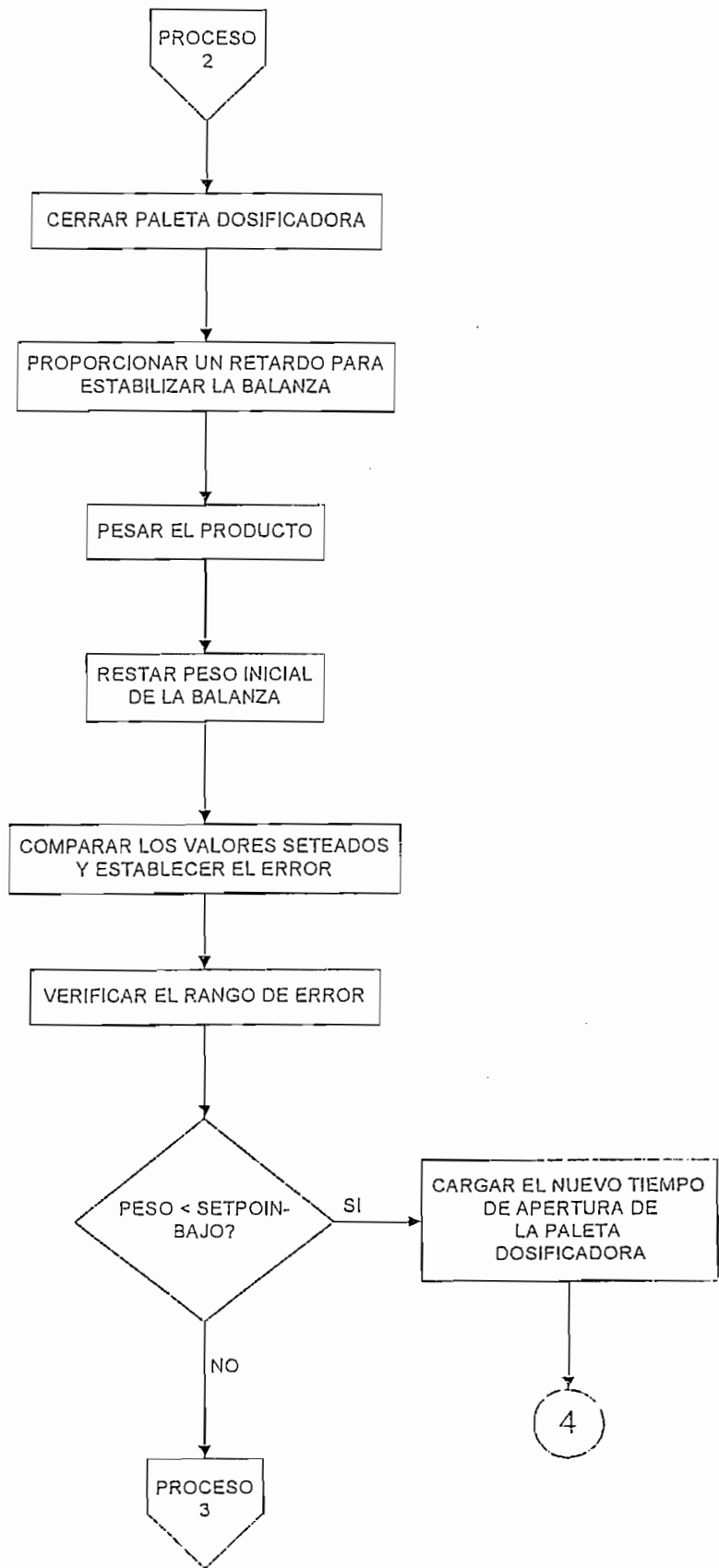
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA DEL CONJUNTO DE PONDERACIÓN.

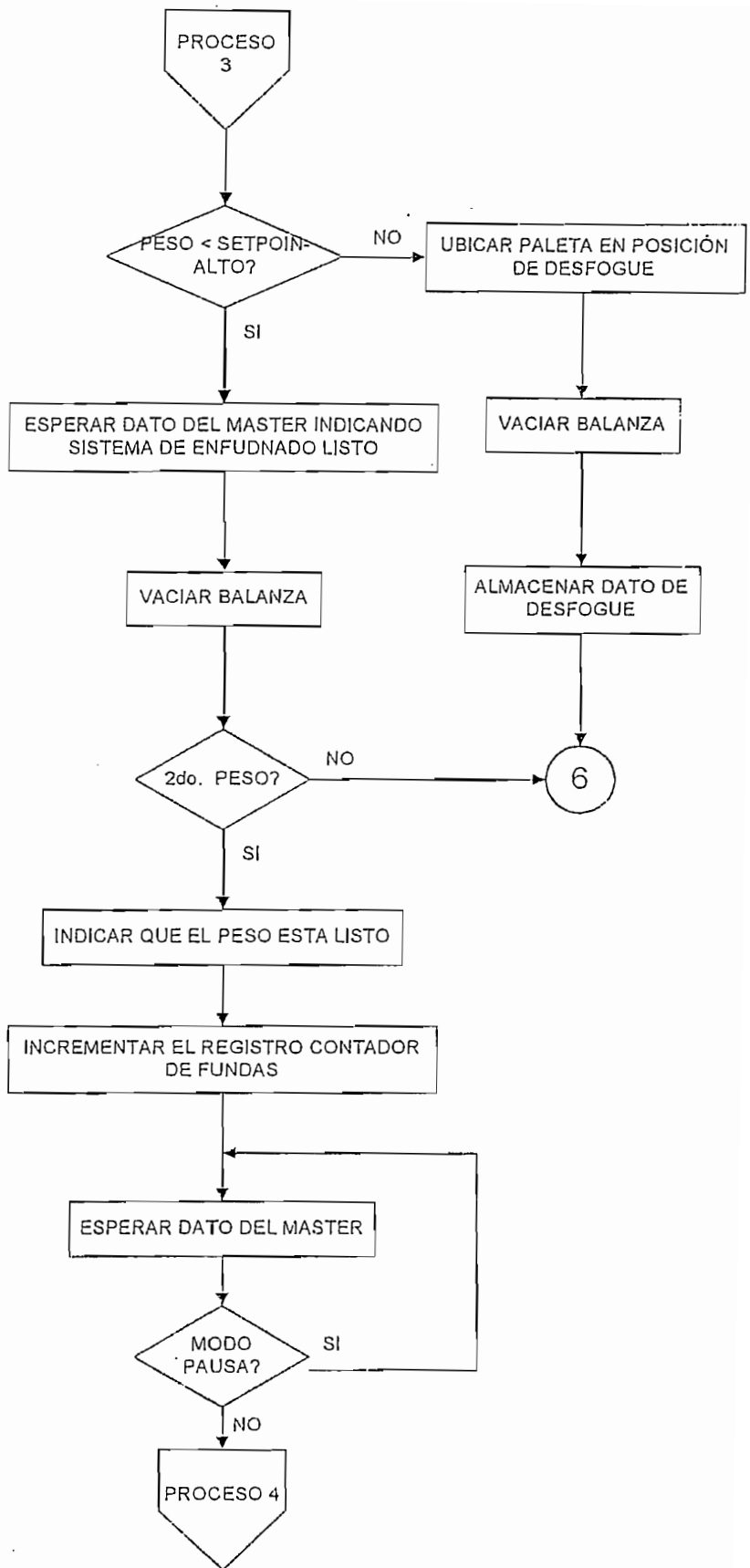


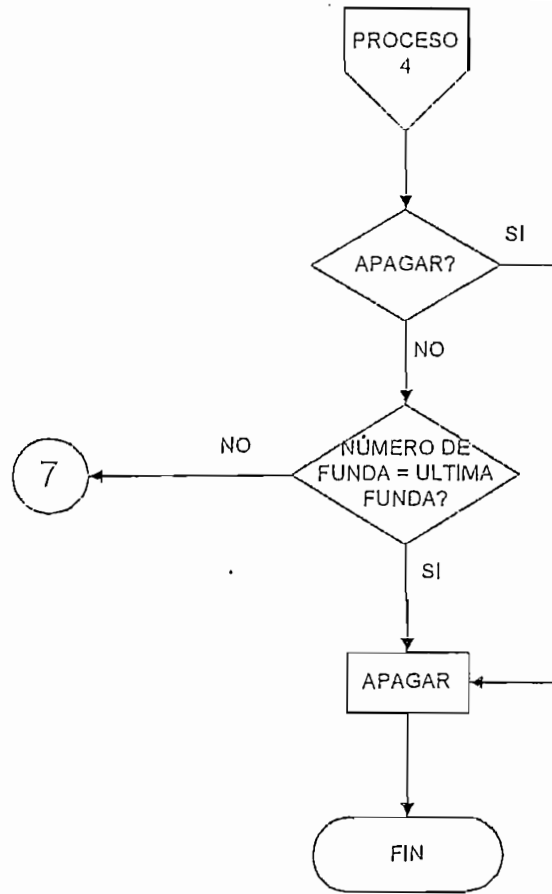
SUBROUTINA DE CONTROL DE DOSIFICADOR EN PROCESO











SUBROUTINA DE REVISIÓN DE MODO DE MANTENIMIENTO

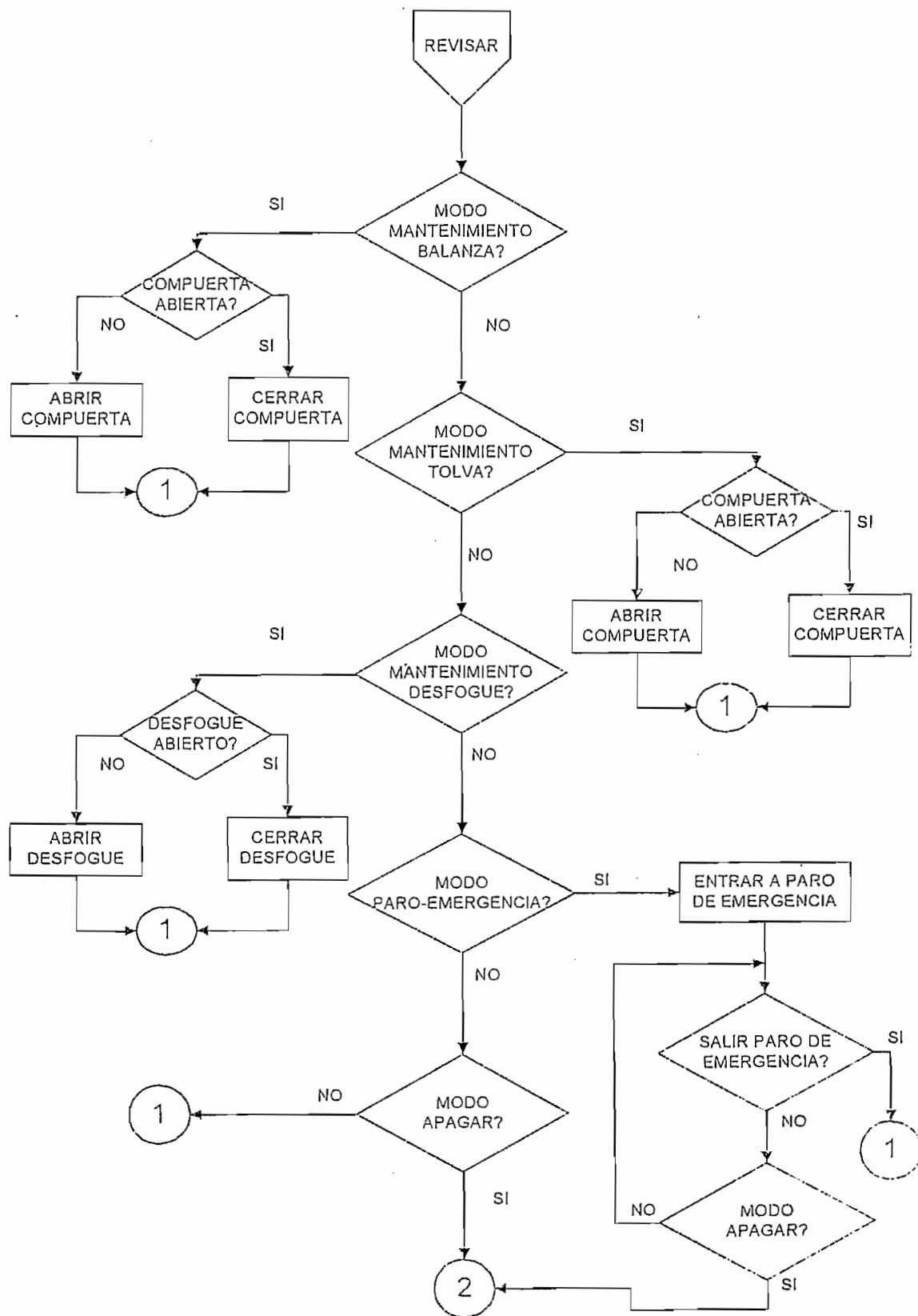
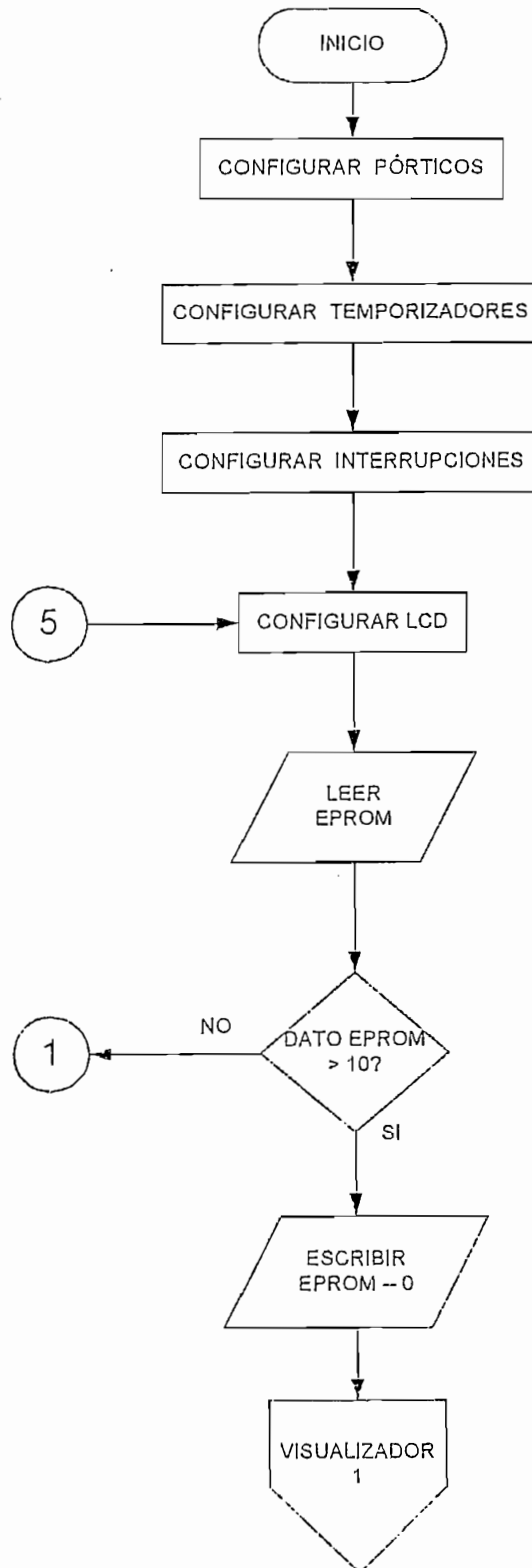
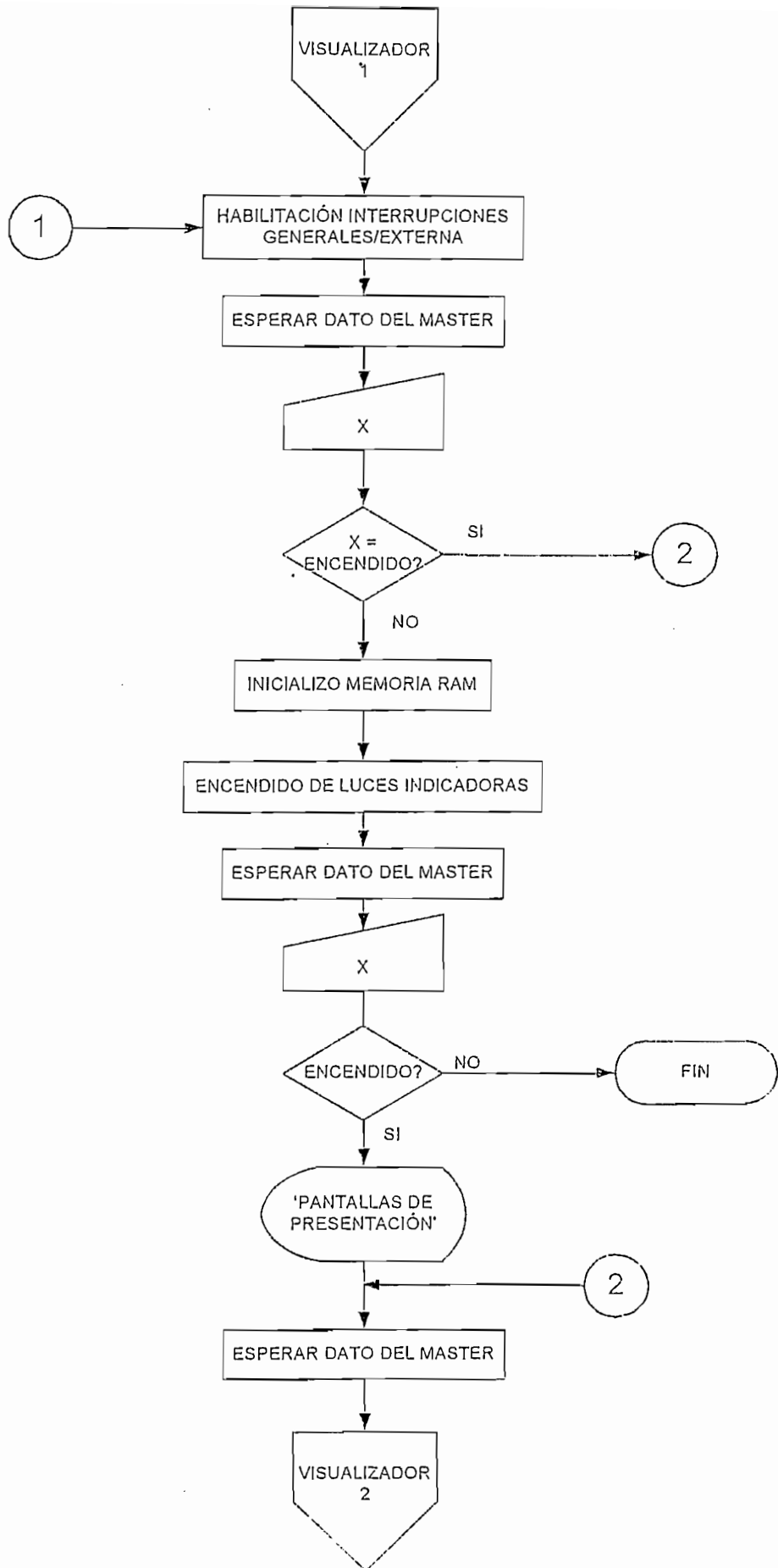
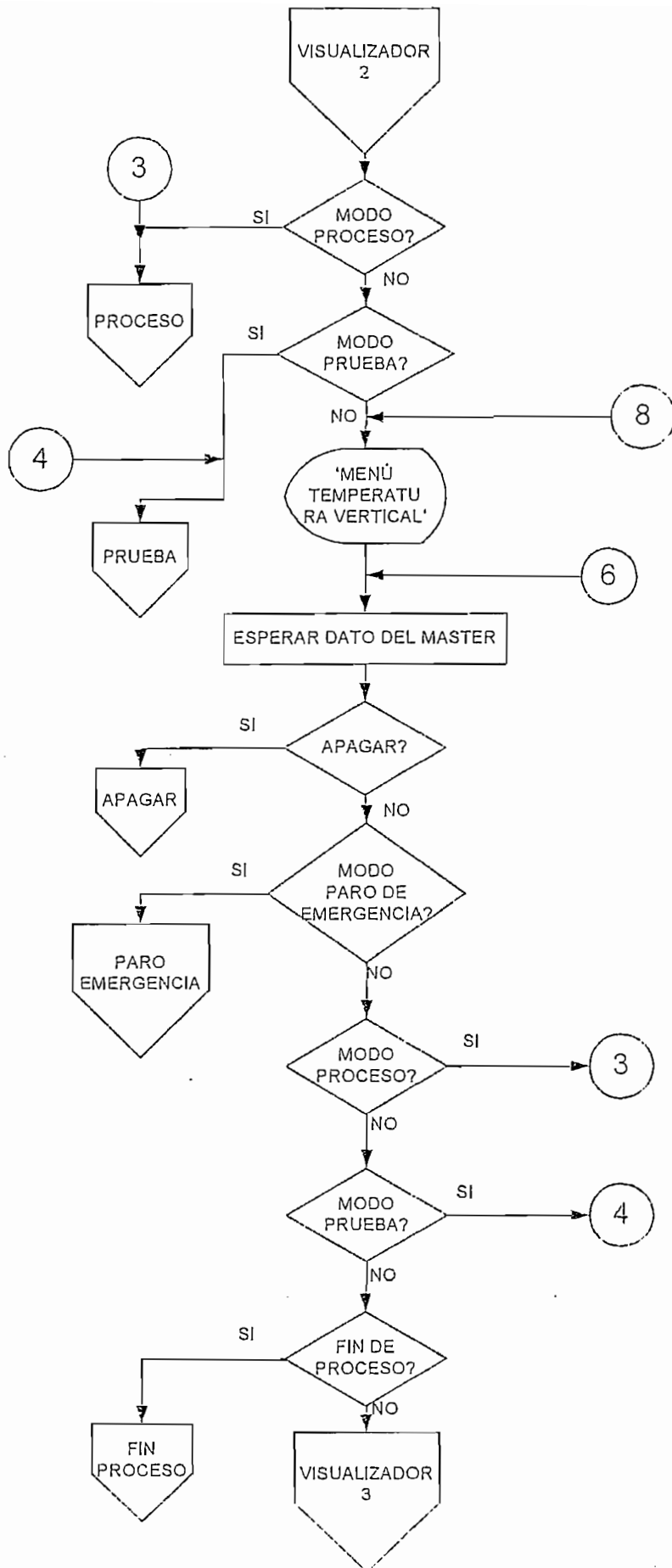
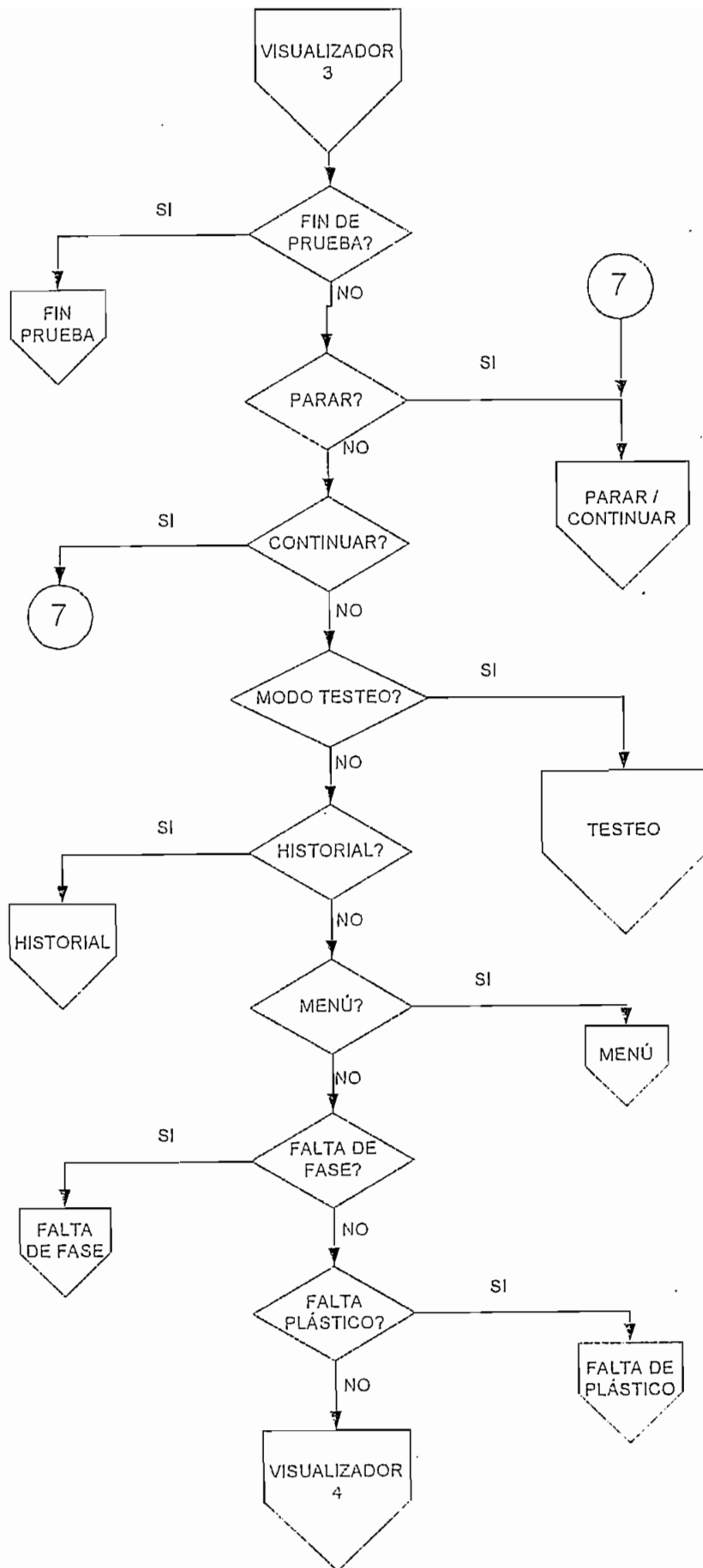


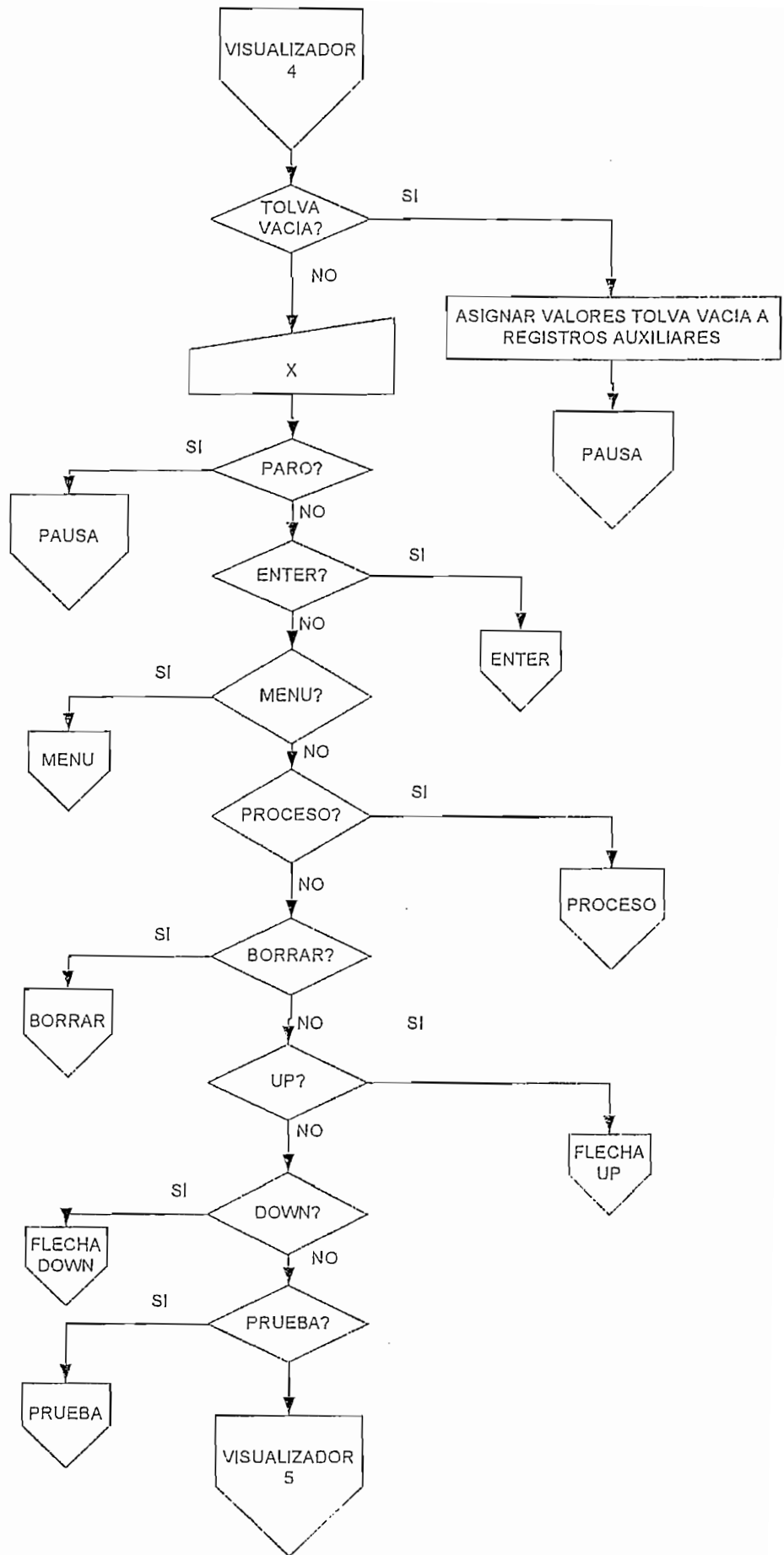
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA DEL CONJUNTO DE INGRESO Y VISUALIZACIÓN DE DATOS

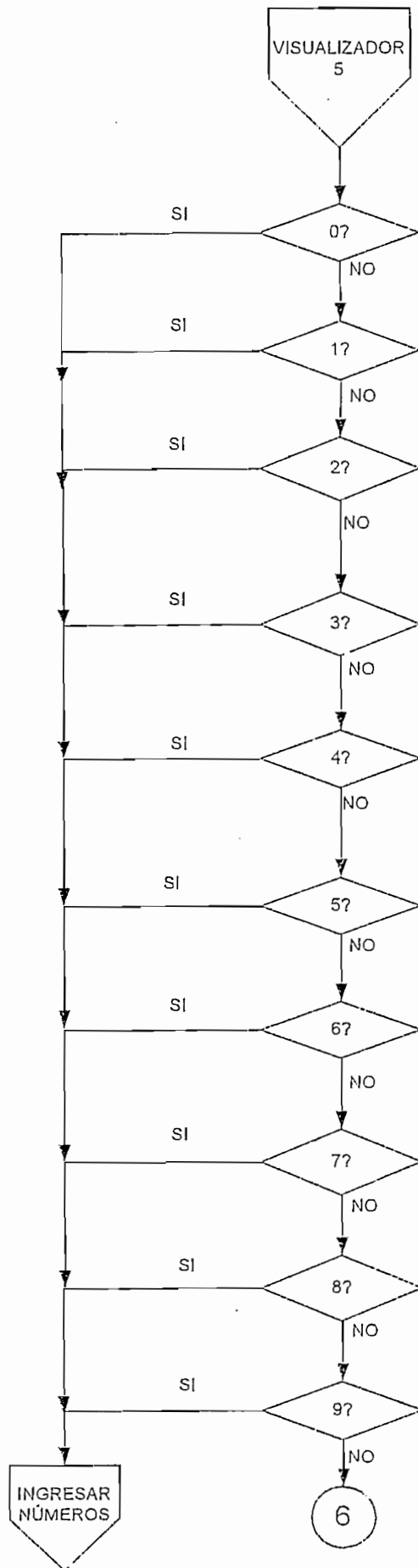




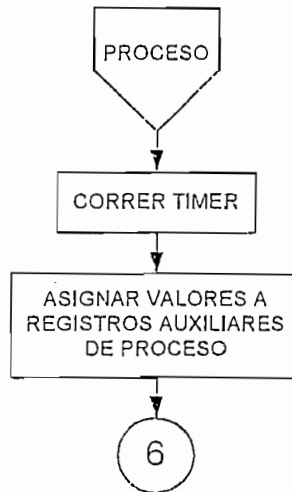




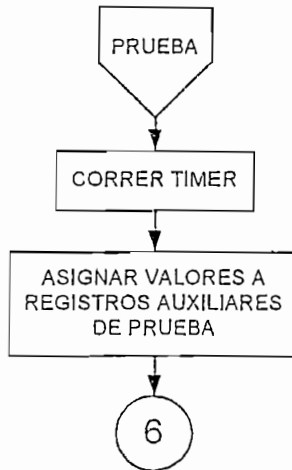




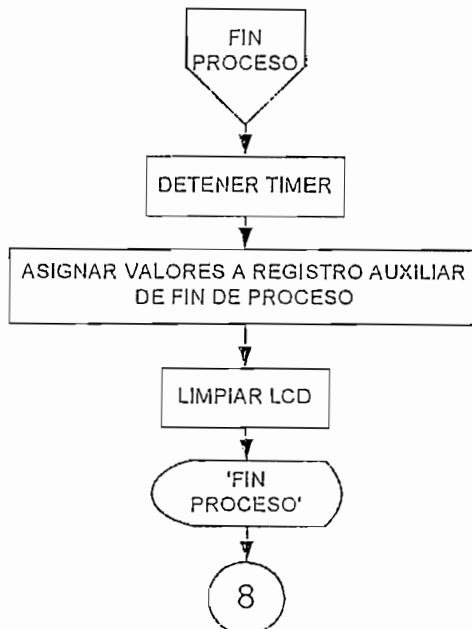
SUBROUTINA DE VISUALIZACIÓN DE PROCESO
EN MARCHA



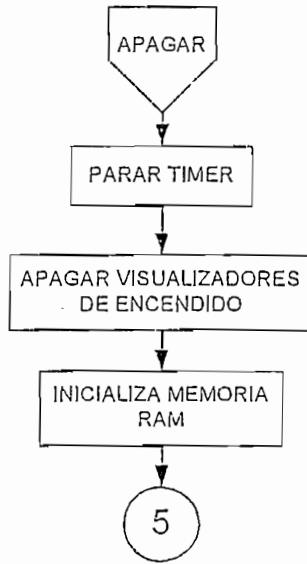
SUBROUTINA DE VISUALIZACIÓN DE PRUEBA
EN MARCHA



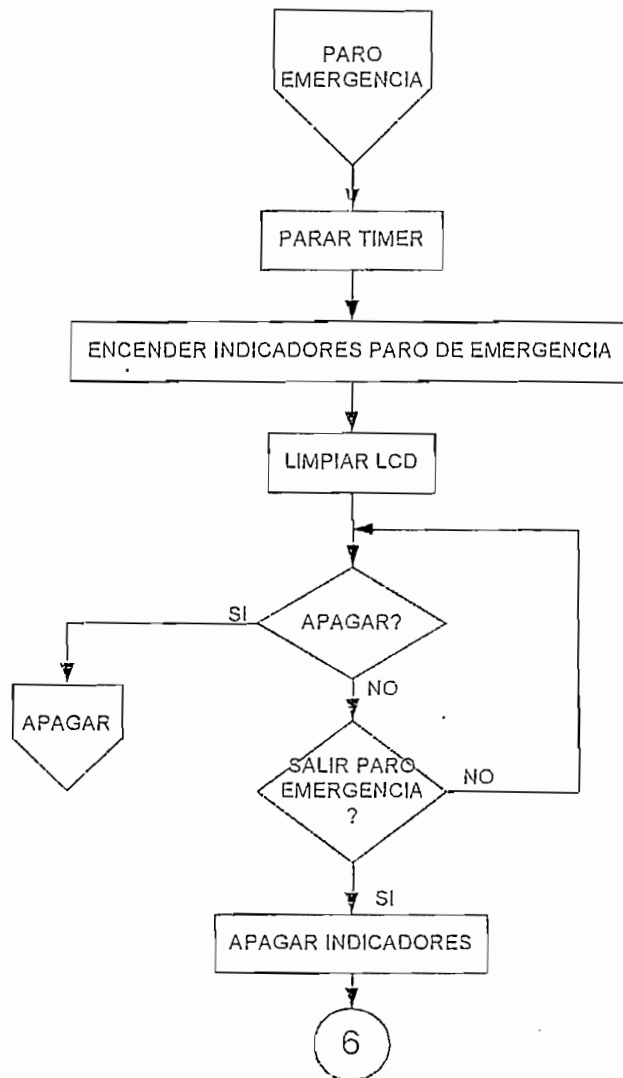
SUBROUTINA DE VISUALIZACIÓN DE FIN DE
PROCESO



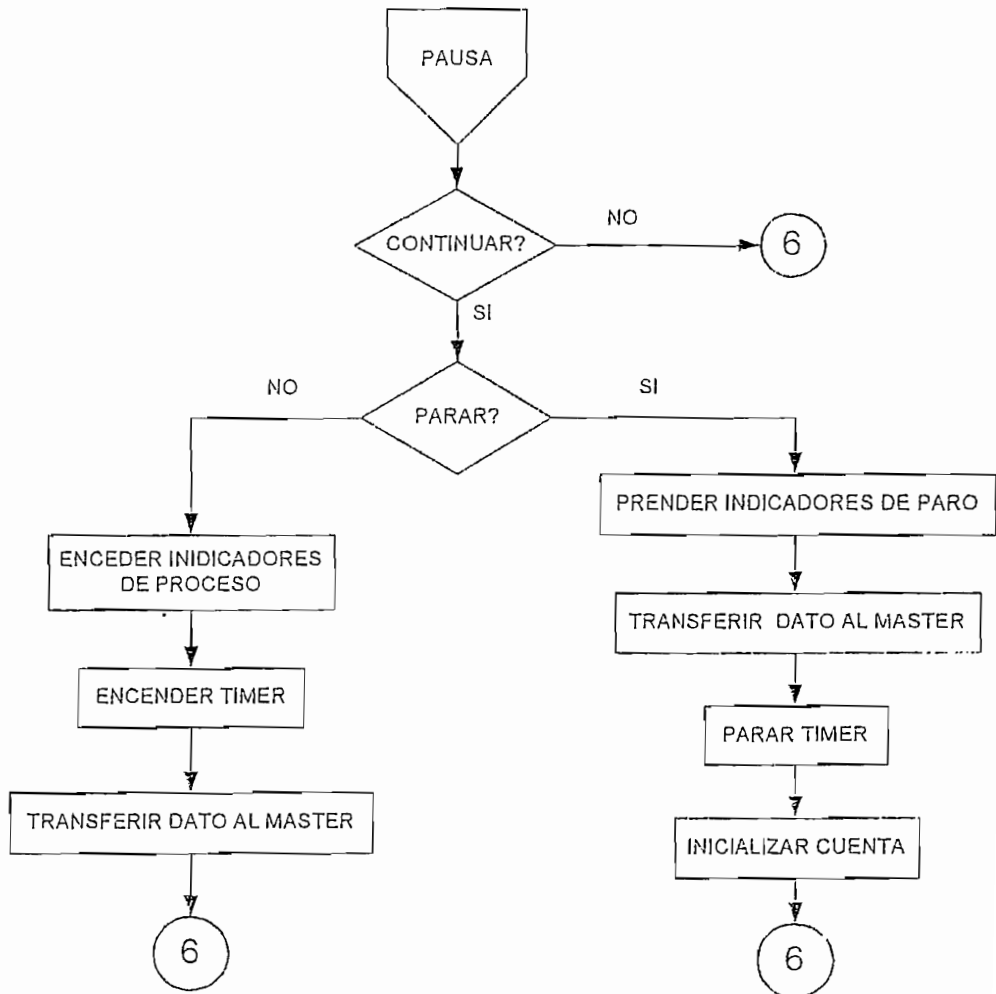
SUBROUTINA PARA APAGAR EL SISTEMA



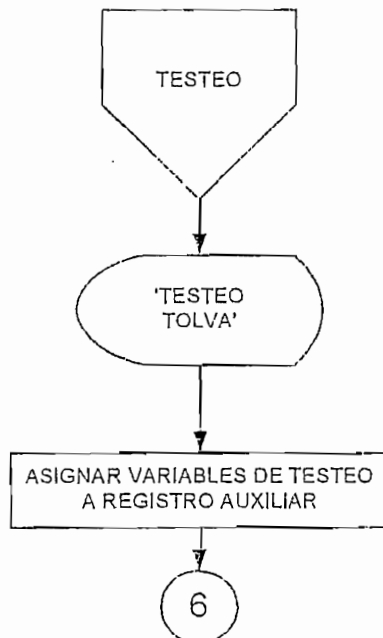
SUBROUTINA DE VISUALIZACIÓN DE PARO DE EMERGENCIA



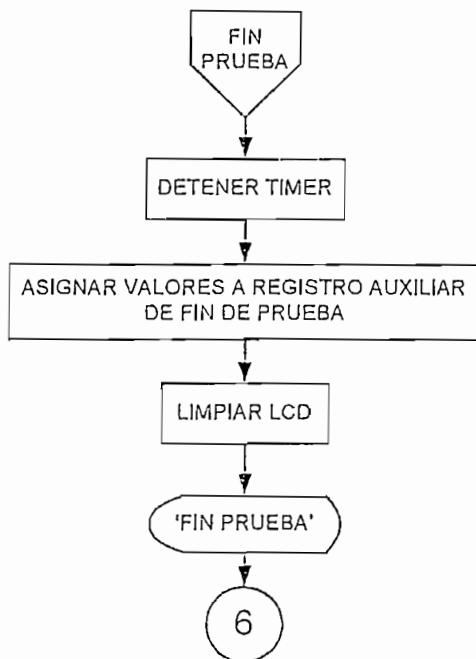
SUBROUTINA DE PAUSA DE PROCESO/ PRUEBA



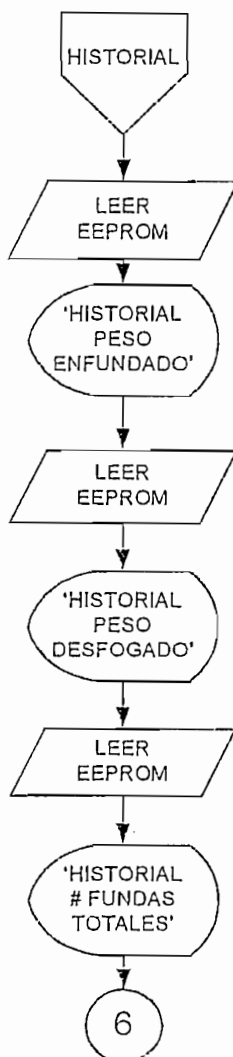
SUBROUTINA DE VISUALIZACIÓN DE TESTEO



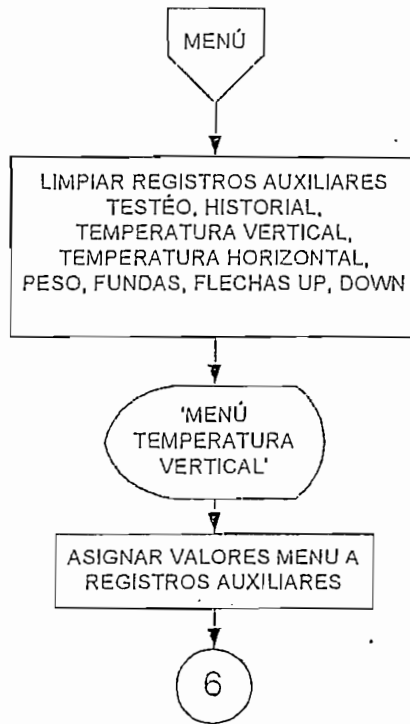
SUBROUTINA DE VISUALIZACIÓN DE FIN DE PRUEBA



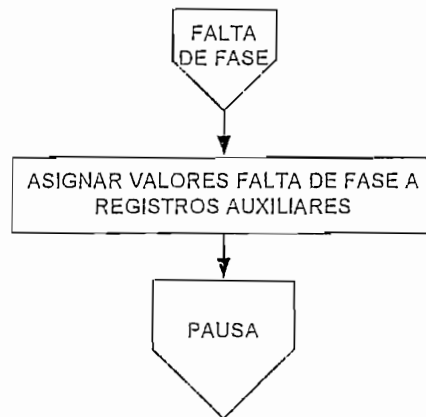
SUBROUTINA DE VISUALIZACIÓN DE HISTORIAL



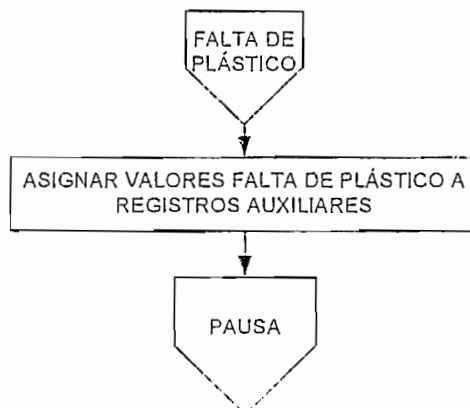
SUBROUTINA DE VISUALIZACIÓN DE MENÚ



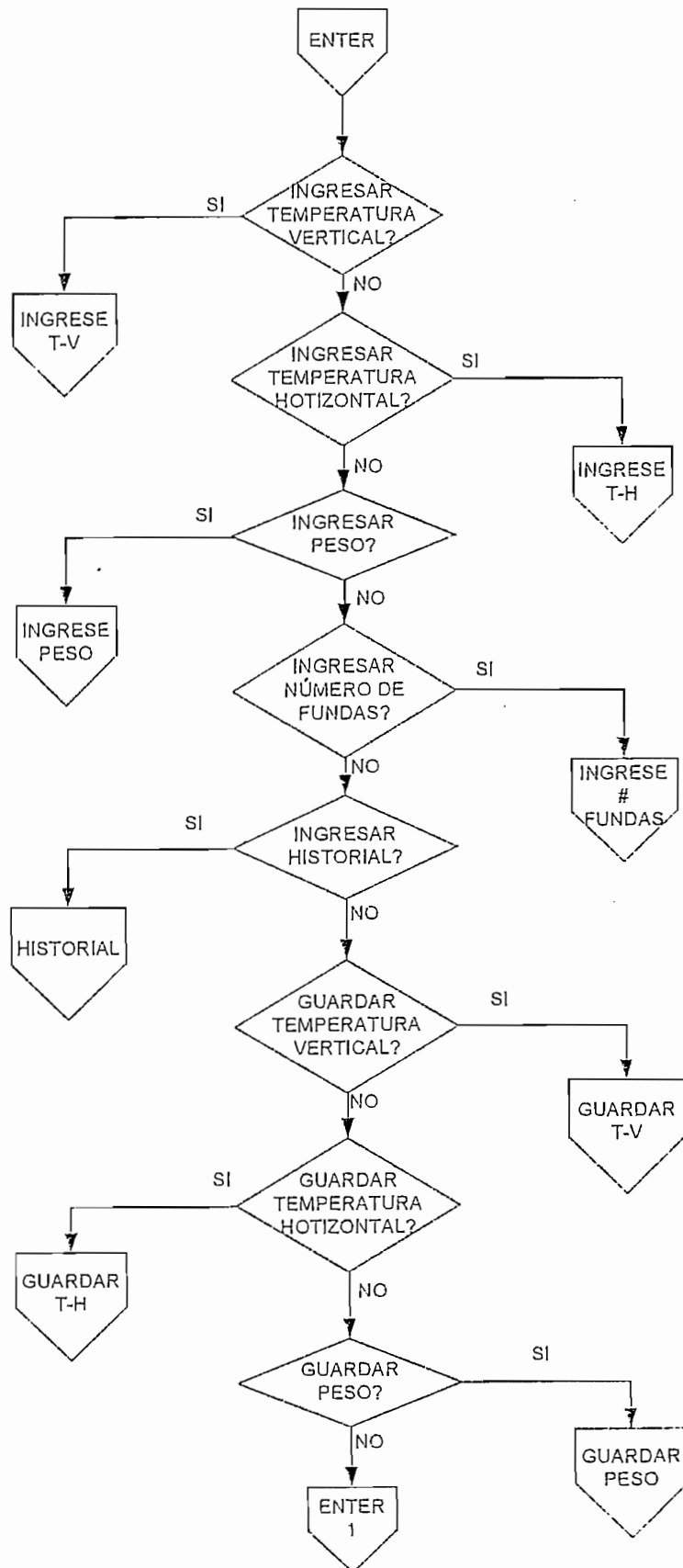
SUBROUTINA DE FALTA DE FASE

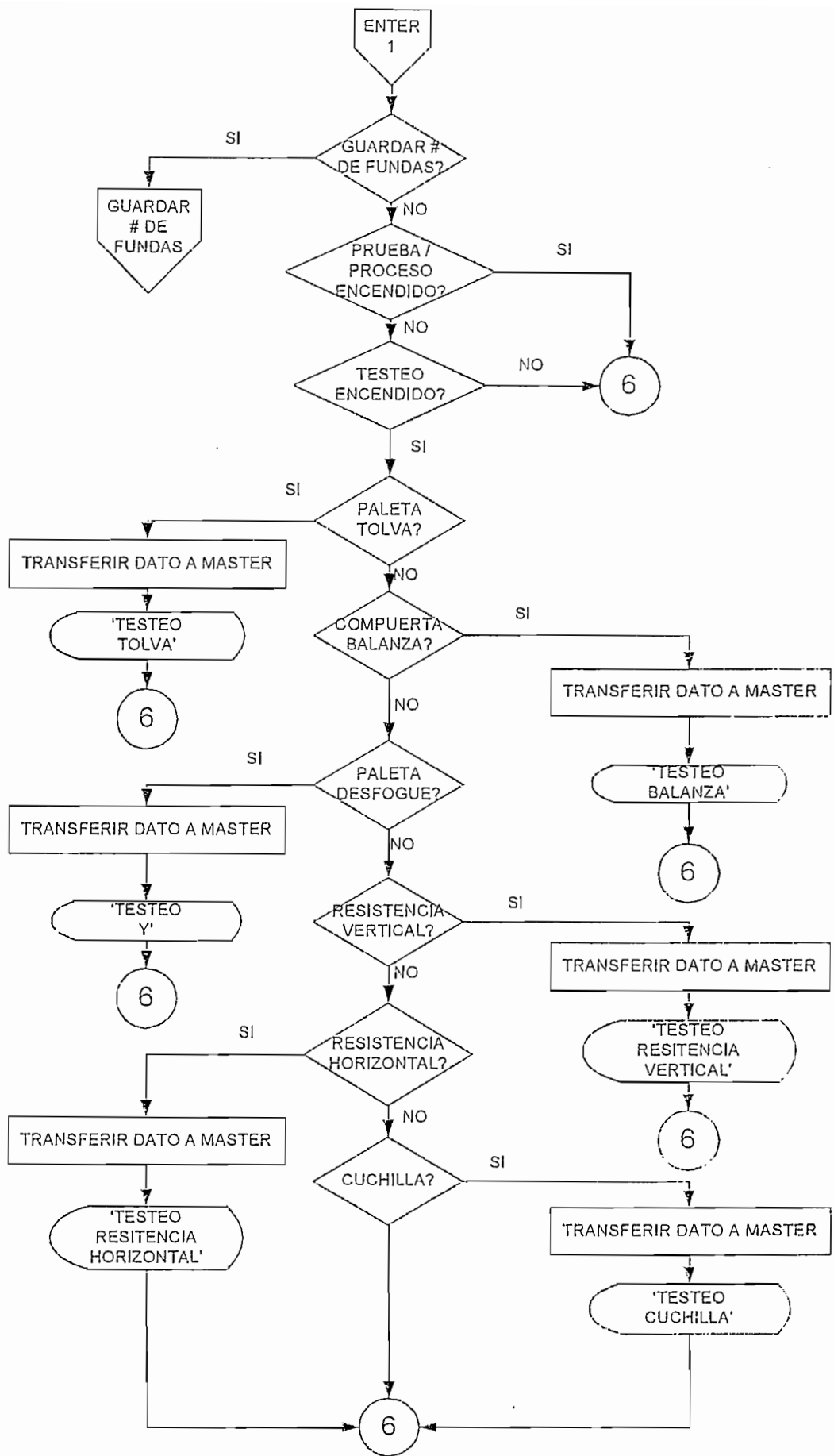


SUBROUTINA DE FALTA DE PLÁSTICO

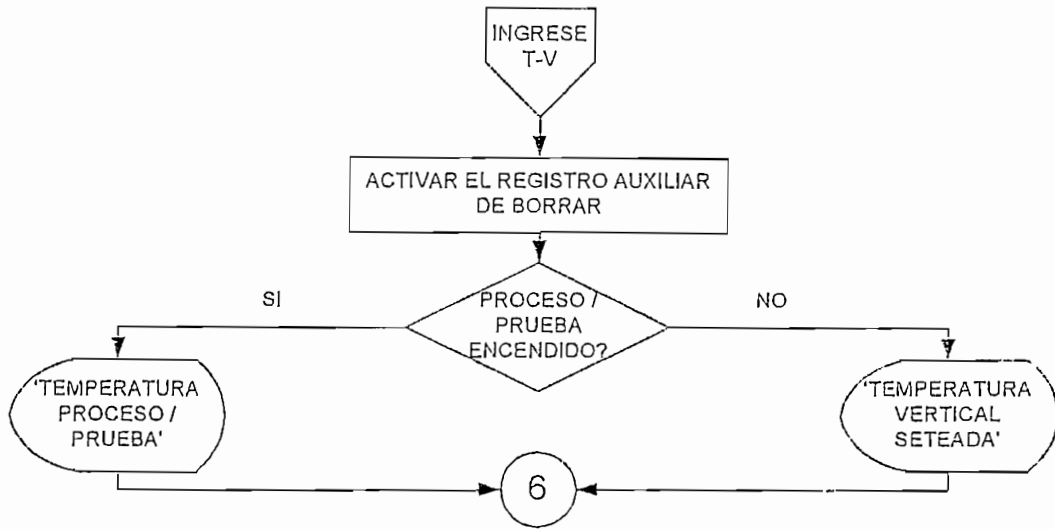


SUBROUTINA DE INGRESO DE PARÁMETROS

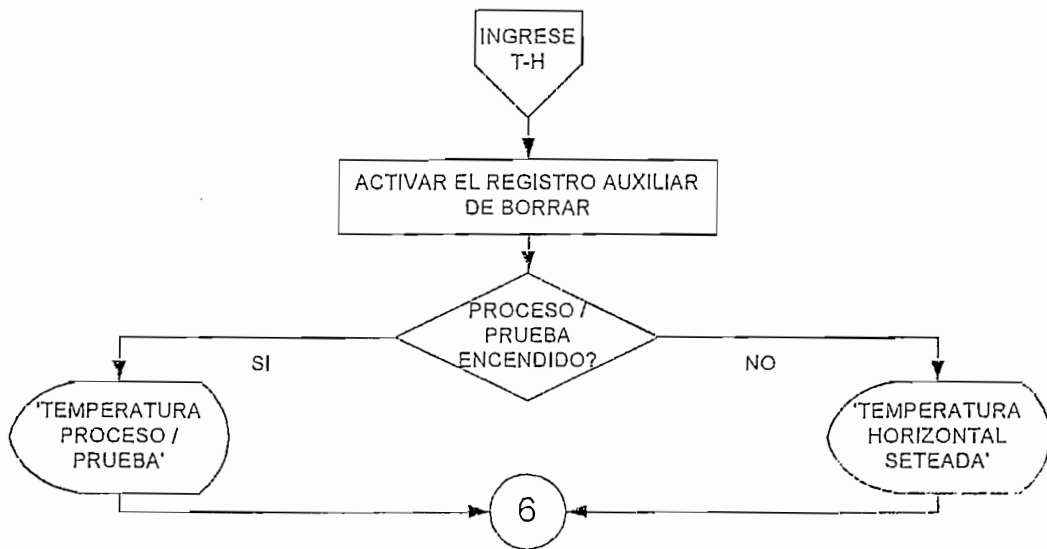




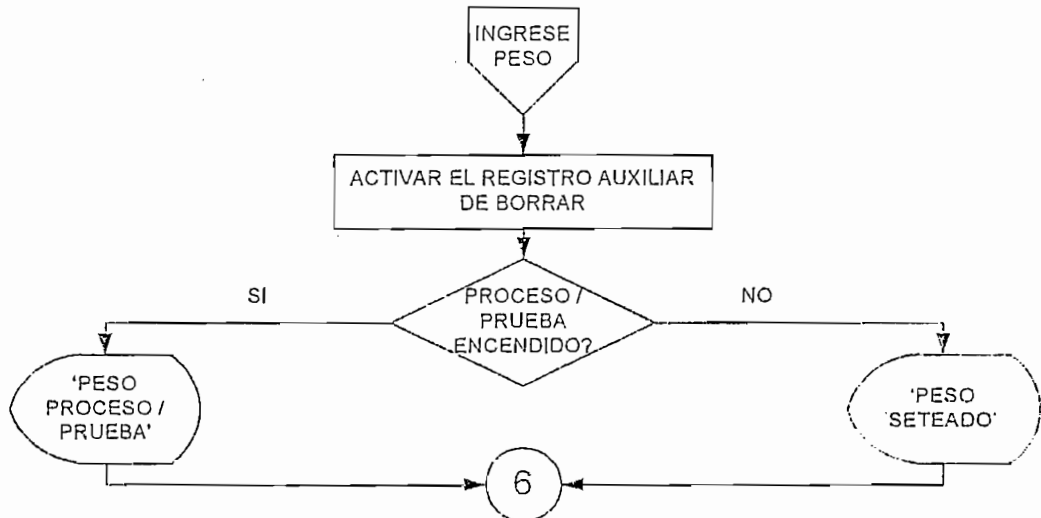
SUBROUTINA DE VISUALIZACIÓN DE TEMPERATURA VERTICAL



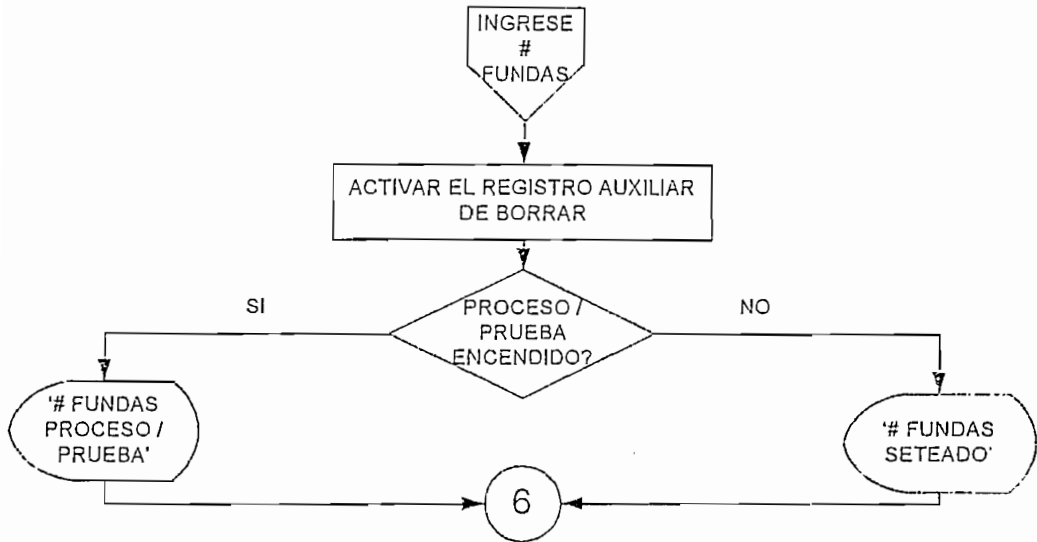
SUBROUTINA DE VISUALIZACIÓN DE TEMPERATURA HORIZONTAL



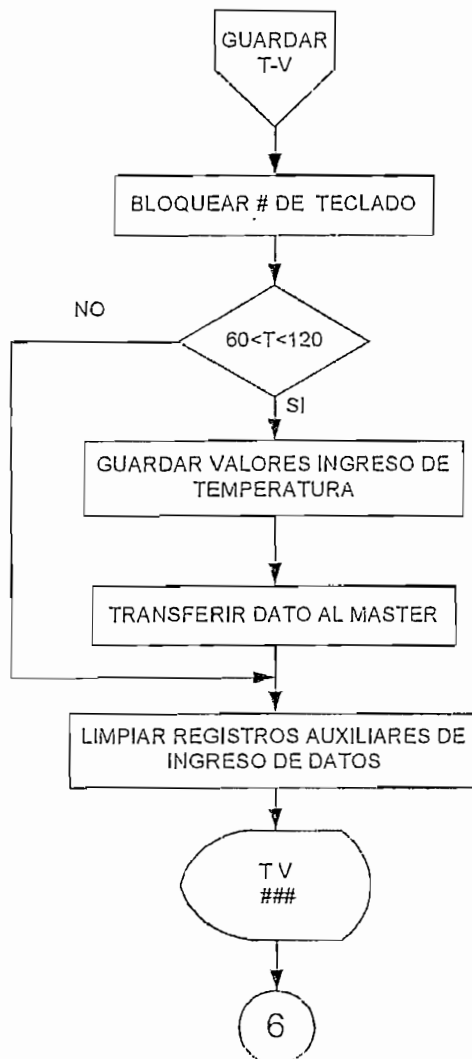
SUBROUTINA DE VISUALIZACIÓN DE PESO



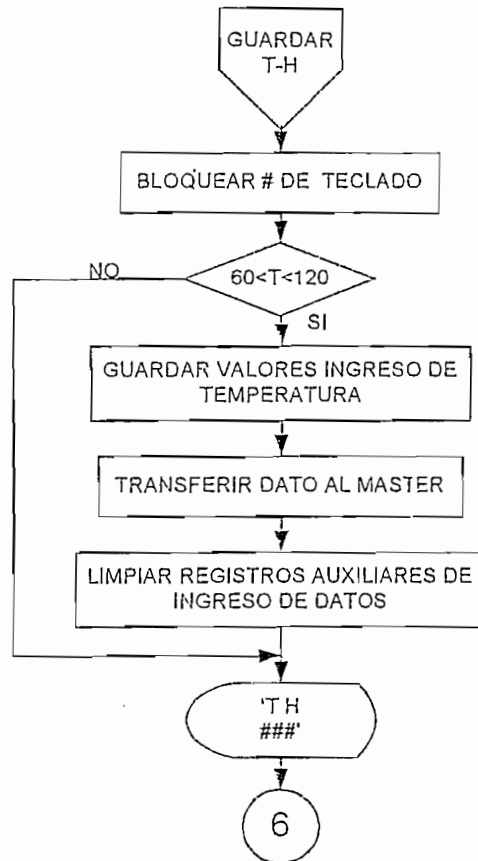
SUBROUTINA DE VISUALIZACIÓN DE # DE FUNDAS



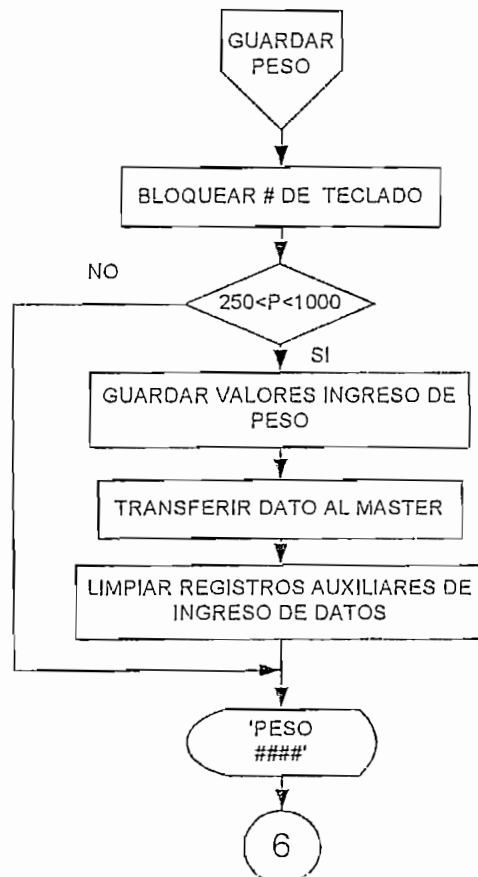
SUBROUTINA DE VISUALIZACIÓN DE TEMPERATURA GUARDADA



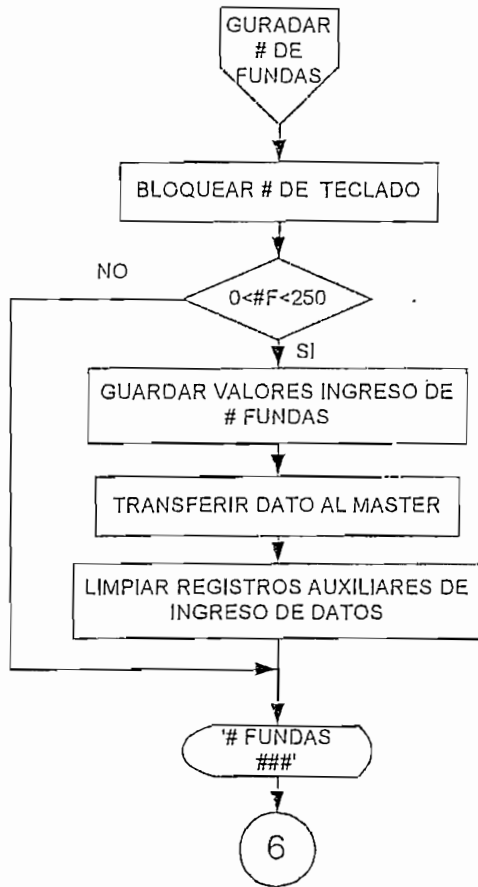
SUBROUTINA DE VISUALIZACIÓN DE TEMPERATURA GUARDADA



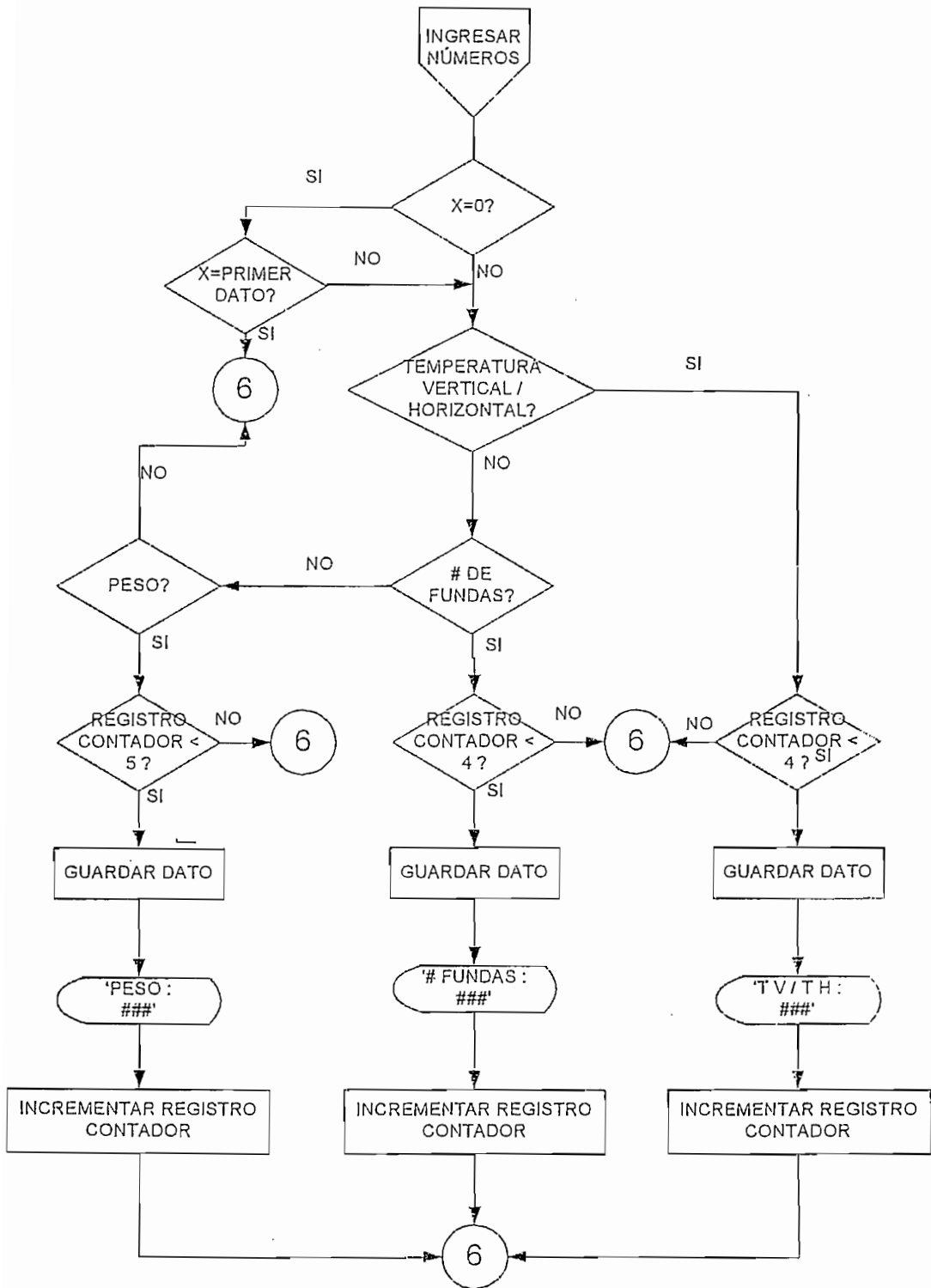
SUBROUTINA DE VISUALIZACIÓN DE PESO GUARDADO



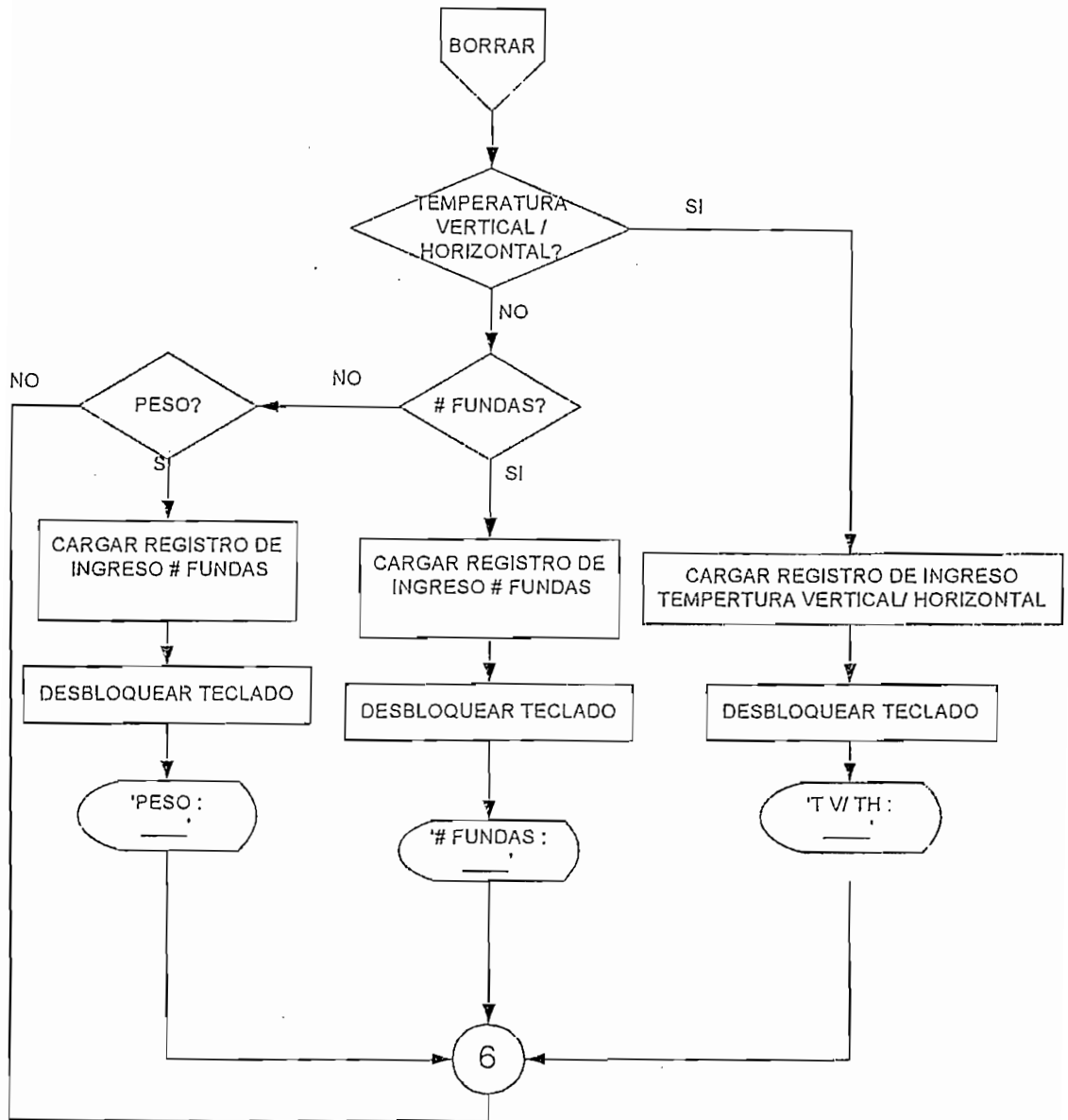
SUBROUTINA DE VISUALIZACIÓN DE # FUNDAS



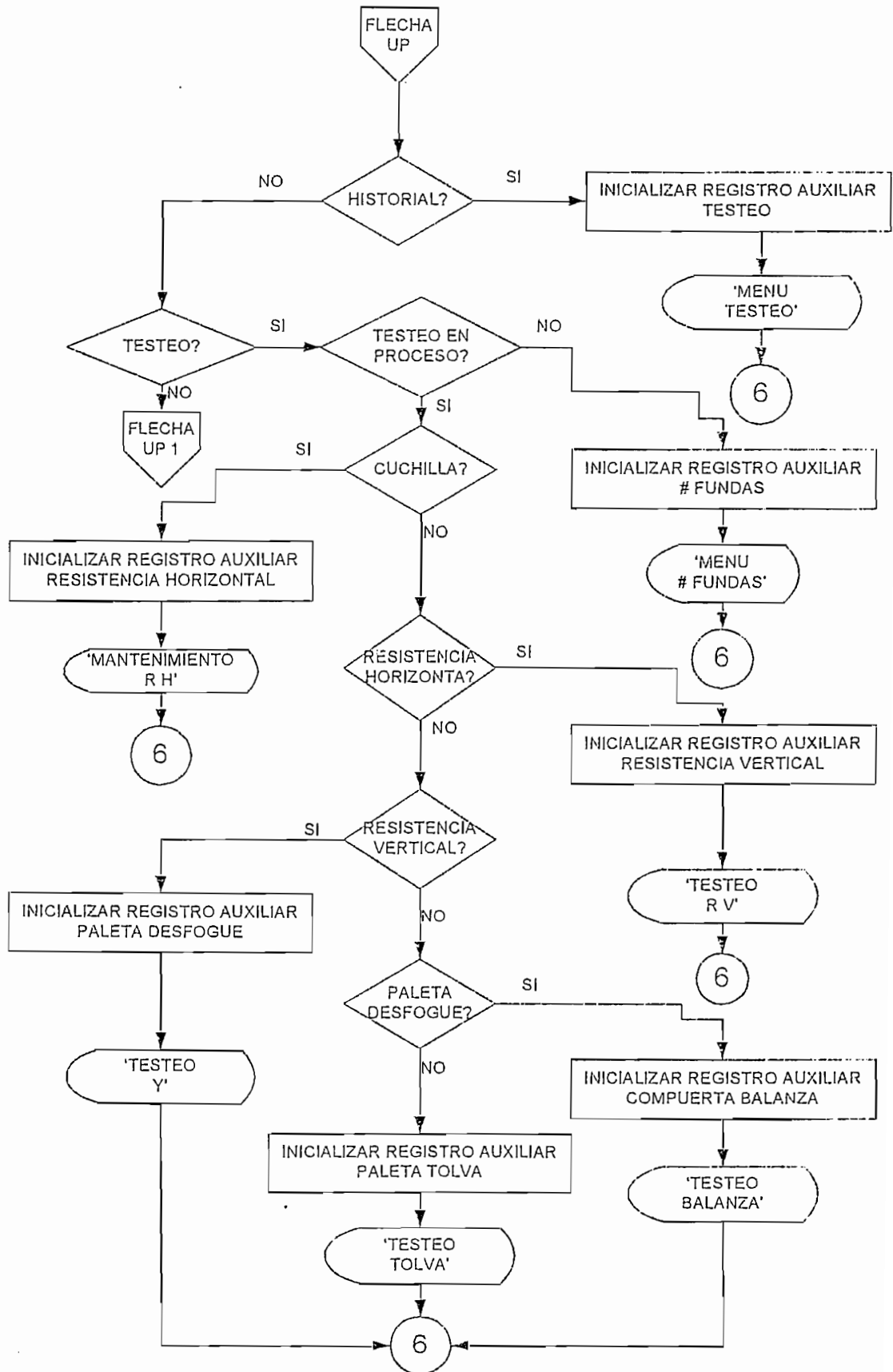
SUBROUTINA DE BARRIDO DE TECLADO NUMÉRICO

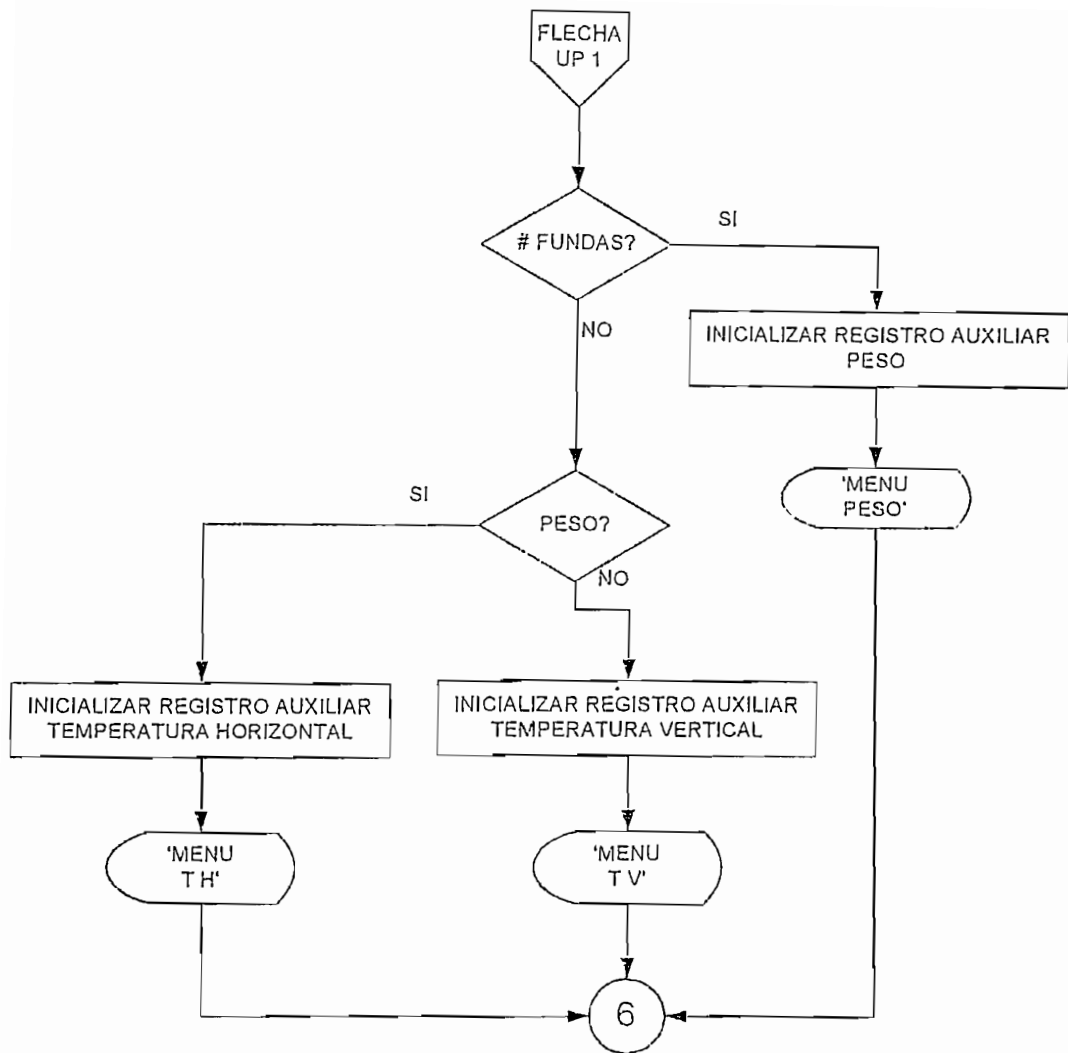


SUBROUTINA PARA BORRAR DATOS

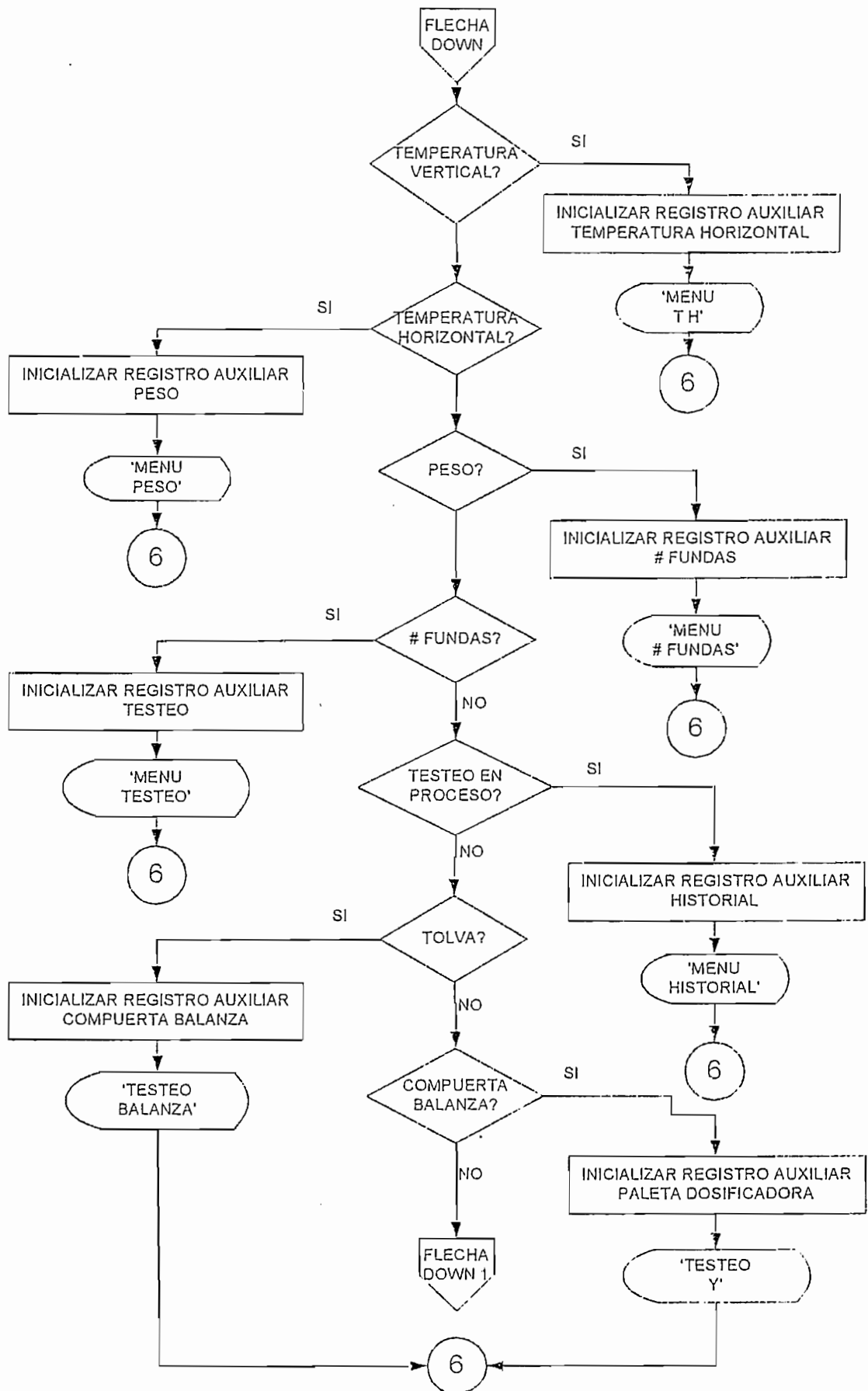


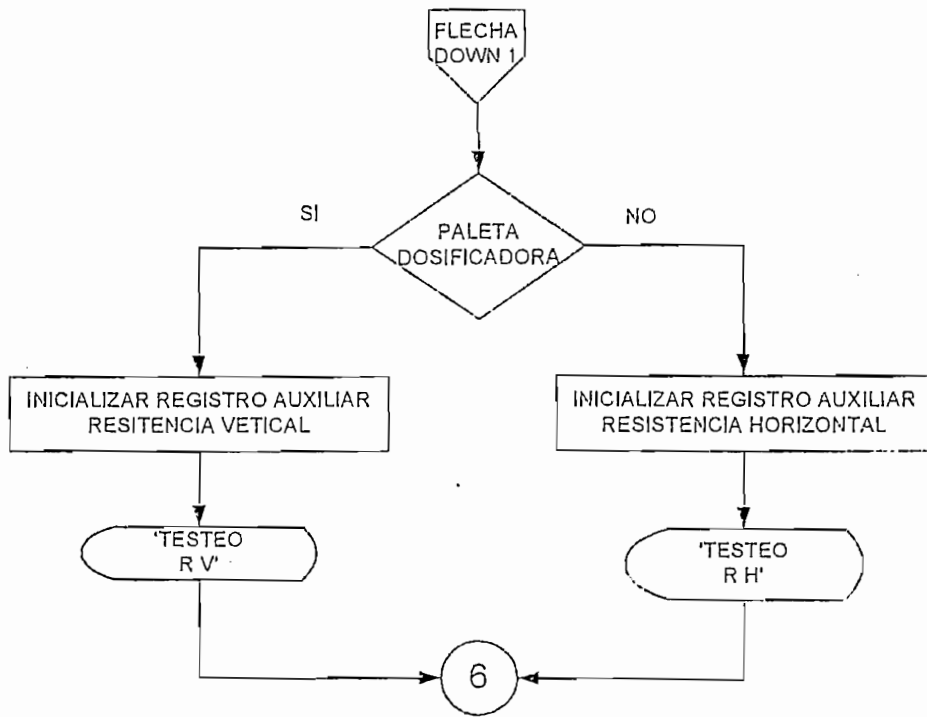
SUBROUTINA PARA MOVILIZARSE CON LA FLECHA UP





SUBROUTINA PARA MOVILIZARSE CON LA FLECHA DOWN



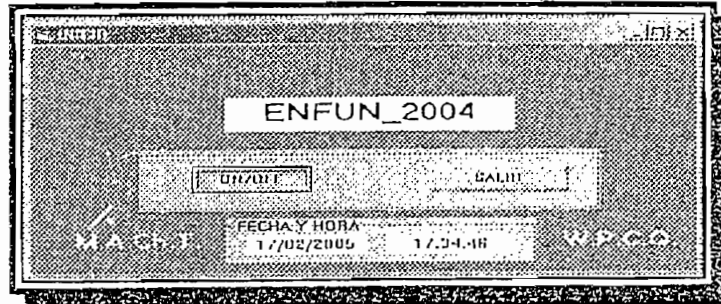


ANEXO B

PROGRAMA ENFUND_2004 DESARROLLADO EN
VISUAL BASIC PARA EL CONTROL DE UNA MÁQUINA
ENFUNDADORA DE GRANO SECO

PROGRAMA ENFUND_2004 DESARROLLADO EN VISUAL BASIC PARA EL CONTROL DE UNA MÁQUINA ENFUNDADORA DE GRANO SECO

➤ PANTALLA INICIAL



```

Private Sub Command1_Click()
    Timer1.Enabled = False
    If MSComm1.PortOpen = False Then
        MSComm1.PortOpen = True
    Else
        End If
    MSComm1.Output = Chr$(1) 'dato para que se encienda pic
    MSComm1.PortOpen = False
    INICIO.Hide
    INICIO.Enabled = False
    If MSComm1.PortOpen = True Then
        MSComm1.PortOpen = False
    Else
        End If
    PRESENTACIÓN.Enabled = True
    PRESENTACIÓN.Show
End Sub
Private Sub Command2_Click()
    End
End Sub
Private Sub Timer1_Timer()
    Timer1.Enabled = True
    If MSComm1.PortOpen = False Then
        MSComm1.PortOpen = True
    Else
        End If
    MSComm1.Output = Chr$(53)
    Do
    DoEvents
    Loop Until (INICIO.MSComm1.InBufferCount >= 1)
    encendido = AscW(MSComm1.Input)
    encendido1 = Val(encendido)
    MSComm1.PortOpen = False
    If encendido1 = 1 Then
        INICIO.Hide
        INICIO.Enabled = False
        If MSComm1.PortOpen = True Then
            MSComm1.PortOpen = False
        Else
            End If
        PRESENTACIÓN.Enabled = True
        PRESENTACIÓN.Show
        Timer1.Enabled = False
    End If
End Sub
Private Sub Timer2_Timer()
    Label17.Caption = Time
    Label18.Caption = Date
End Sub

```

➤ PANTALLA DE PRESENTACIÓN DE PROYECTO



Dim sw1 As Integer
Dim sw2 As Integer

```
Private Sub Command1_Click()
End
```

```
End Sub
Private Sub Form_Load()
Label1.Visible = False
Label2.Visible = False
Label3.Visible = False
Label4.Visible = False
Label5.Visible = False
Label6.Visible = False
Label7.Visible = False
Label8.Visible = False
Label9.Visible = False
Label10.Visible = False
Label11.Visible = False
Timer1.Enabled = True
Timer2.Enabled = False
Timer2.Interval = 2500
Timer1.Interval = 2500
sw2 = 1
End Sub
```

```
Private Sub Timer1_Timer()
If sw2 = 1 Then
Timer1.Enabled = False
Timer2.Enabled = True
If sw1 = 0 Then
sw1 = 1
Label1.Visible = True
Label2.Visible = False
Label3.Visible = False
Label4.Visible = False
Label5.Visible = False
Label6.Visible = False
Label7.Visible = False
Label8.Visible = False
Label9.Visible = False
Label10.Visible = False
Label11.Visible = False
End If
```

```
If sw1 = 2 Then
sw1 = 3
Label1.Visible = True
Label2.Visible = True
Label3.Visible = True
Label4.Visible = False
Label5.Visible = False
Label6.Visible = False
Label7.Visible = False
Label8.Visible = False
Label9.Visible = False
Label10.Visible = False
Label11.Visible = False
End If
If sw1 = 4 Then
sw1 = 5
Label1.Visible = True
Label2.Visible = True
Label3.Visible = True
Label4.Visible = True
Label5.Visible = False
Label6.Visible = False
Label7.Visible = False
Label8.Visible = False
Label9.Visible = False
Label10.Visible = False
Label11.Visible = False
End If
If sw1 = 6 Then
sw1 = 7
Label1.Visible = True
Label2.Visible = True
Label3.Visible = True
Label4.Visible = True
Label5.Visible = True
Label6.Visible = True
Label7.Visible = False
Label8.Visible = False
Label9.Visible = False
Label10.Visible = False
Label11.Visible = False
End If
If sw1 = 8 Then
sw1 = 9
Label1.Visible = True
Label2.Visible = True
Label3.Visible = True
Label4.Visible = True
Label5.Visible = True
Label6.Visible = True
Label7.Visible = True
Label8.Visible = True
Label9.Visible = False
Label10.Visible = False
Label11.Visible = False
End If
If sw1 = 10 Then
sw1 = 11
Label1.Visible = True
Label2.Visible = True
Label3.Visible = True
Label4.Visible = True
Label5.Visible = True
Label6.Visible = True
Label7.Visible = True
Label8.Visible = True
Label9.Visible = True
Label10.Visible = True
Label11.Visible = False
End If
If sw1 = 12 Then
sw1 = 13
End If
End If
```

```
End Sub
Private Sub Timer2_Timer()
If sw2 = 1 Then
  Timer2.Enabled = False
  Timer1.Enabled = True
  If sw1 = 1 Then
    sw1 = 2
    Label1.Visible = True
    Label2.Visible = False
    Label3.Visible = False
    Label4.Visible = False
    Label5.Visible = False
    Label6.Visible = False
    Label7.Visible = False
    Label8.Visible = False
    Label9.Visible = False
    Label10.Visible = False
    Label11.Visible = False
  End If
If sw1 = 3 Then
  sw1 = 4
  Label1.Visible = True
  Label2.Visible = True
  Label3.Visible = True
  Label4.Visible = False
  Label5.Visible = False
  Label6.Visible = False
  Label7.Visible = False
  Label8.Visible = False
  Label9.Visible = False
  Label10.Visible = False
  Label11.Visible = False
  End If
If sw1 = 5 Then
  sw1 = 6
  Label1.Visible = True
  Label2.Visible = True
  Label3.Visible = True
  Label4.Visible = True
  Label5.Visible = True
  Label6.Visible = False
  Label7.Visible = False
  Label8.Visible = False
  Label9.Visible = False
  Label10.Visible = False
  Label11.Visible = False
  End If
  If sw1 = 7 Then
    sw1 = 8
    Label1.Visible = True
    Label2.Visible = True
    Label3.Visible = True
    Label4.Visible = True
    Label5.Visible = True
    Label6.Visible = True
    Label7.Visible = True
    Label8.Visible = False
    Label9.Visible = False
    Label10.Visible = False
    Label11.Visible = False
  End If
If sw1 = 9 Then
  sw1 = 10
  Label1.Visible = True
  Label2.Visible = True
  Label3.Visible = True
  Label4.Visible = True
  Label5.Visible = True
  Label6.Visible = True
  Label7.Visible = True
  Label8.Visible = True
  Label9.Visible = True
  Label10.Visible = False
  Label11.Visible = False
```

```

End If
If sw1 = 11 Then
sw1 = 12
Label1.Visible = True
Label2.Visible = True
Label3.Visible = True
Label4.Visible = True
Label5.Visible = True
Label6.Visible = True
Label7.Visible = True
Label8.Visible = True
Label9.Visible = True
Label10.Visible = True
Label11.Visible = True
End If
If sw1 = 13 Then
Timer2.Enabled = False
Timer1.Enabled = False
PRESENTACIÓN.Hide
PRESENTACIÓN.Enabled = False
If MSComm1.PortOpen = True Then
MSComm1.PortOpen = False
Else
End If
DATOS.Enabled = True
DATOS.Show
End If
End If
End Sub

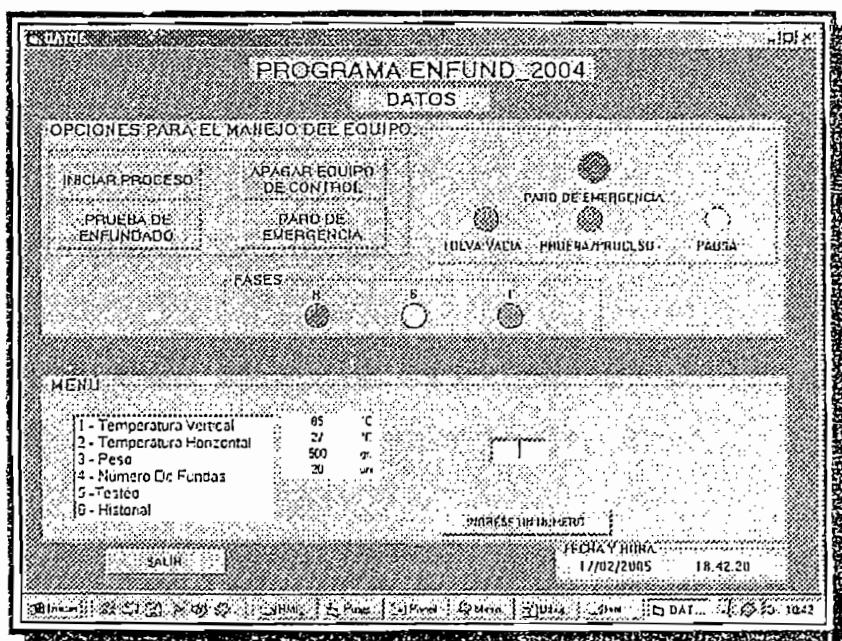
```

```

Private Sub Timer3_Timer()
Label17.Caption = Time
Label18.Caption = Date
End Sub

```

➤ PANTALLA DE DATOS DE TEMPERATURA, PESO, NÚMERO DE FUNDAS, PANTALLA PROCESO, PANTALLA PRUEBA Y DE MANTENIMIENTO



```

Dim X As Variant
Dim W As Variant
Dim Z As Variant
Dim tv1 As Integer
Dim tv2 As Integer
Dim tv3 As Integer
Dim tv4 As Integer
Dim th1 As Integer
Dim th2 As Integer
Dim lh3 As Integer
Dim th4 As Integer
Dim peso1 As Integer
Dim peso2 As Integer
Dim peso4 As Integer
Dim peso5 As Integer
Dim peso6 As Integer
Dim peso7 As Integer
Dim fundas1 As Integer
Dim fundas2 As Integer
Dim fundas3 As Integer
Dim fundas4 As Integer
Dim dat_tv As Integer
Dim dat_lf As Integer
Dim dat_fundas As Integer
Dim sw1 As Integer      'ON
Dim sw2 As Integer      'IN PARO DE EMERGENCIA
Dim sw3 As Integer      'OUT PARO DE EMERGENCIA
Dim sw4 As Integer      'TEMP VERTICAL
Dim sw5 As Integer      'TEMP HORIZONTAL
Dim sw6 As Integer      'PESO
Dim sw7 As Integer      'FUNDAS
Dim sw8 As Integer      'MANTENIMIENTO
Dim sw9 As Integer      'PROCESO
Dim sw10 As Integer     'PRUEBA
Dim sw11 As Integer     'PARO
Dim sw12 As Integer     'CONTINUA
Dim sw13 As Integer     'FIN DE PROCESO
Dim sw14 As Integer     'FIN DE PRUEBA
Dim sw15 As Integer     'HISTORIAL
Dim sw16 As Integer     'proceso
Dim sw17 As Integer     'prueba
Dim sw18 As Integer     'paro
Dim sw20 As Integer     'menu
Dim sw21 As Integer     'PARO DE EMERGENCIA
Dim sw22 As Integer     'PEDIR DATOS DE TEMPERATURA PESO
Dim sw23 As Integer     'MOSTRAR DATOS DE HISTORIAL
Dim sw24 As Integer     'REGRESAR A MENU
Dim sw25 As Integer
Dim sw26 As Integer
Dim sw27 As Integer
Dim sw28 As Integer     'MOSTRAR IN PARO DE EMERGENCIA
Dim sw29 As Integer     'TOLVA VIACIA
Dim sw30 As Integer     'PARA PEDIR DATOS DE HISTORIAL
Dim sw31 As Integer     'PARA NO GUARDAR DOS VECES
Dim sw33 As Integer     'FASE 1
Dim sw34 As Integer     'FASE 2
Dim sw35 As Integer     'FASE 3
Dim swa1 As Integer
Dim swa2 As Integer
Dim sh1 As Integer
Dim tolva As Integer
Dim balanza As Integer
Dim Y As Integer
Dim rest_v As Integer
Dim rest_h As Integer
Dim cuchilla As Integer
Dim motor As Integer
Dim d_p_f As Variant
Dim d_p As Variant
Dim d_f As Variant
'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

```

```

Private Sub Command1_Click()
LAZO = 1
pagexcel.Visible = False
X = 0
Do Until X = ""
    LAZO = LAZO + 1
    X = hojexcel.Range("B" & LAZO).FormulaR1C1
Loop
hojexcel.Range("B" & LAZO).FormulaR1C1 = Date
hojexcel.Range("C" & LAZO).FormulaR1C1 = Time
hojexcel.Range("D" & LAZO).FormulaR1C1 = Text12.Text
hojexcel.Range("E" & LAZO).FormulaR1C1 = 0
hojexcel.Range("F" & LAZO).FormulaR1C1 = 0
LAZO = LAZO + 1
pagexcel.ActiveWorkbook.Save
pagexcel.ActiveWorkbook.Close
pagexcel.Visible = False
Set hojexcel = Nothing
Set libexcel = Nothing
Set pagexcel = Nothing
End
End Sub

Private Sub Command10_Click() 'temperatura horizontal
th2 = Text3
th1 = Val(Text3)
Text3.Visible = False
Command10.Visible = False
Command15.Visible = False
If th1 > 59 Then
    If th1 < 121 Then
        Label13 = CStr(th1)
        th3 = th2
        th4 = th1
        sw5 = 1
    Else
        Label13 = CStr(th4)
    End If
Else
    Label13 = CStr(th4)
End If
Label5.Visible = False
List1.Visible = True
Text1.Text = ""
Text1.Visible = True
Text1.SetFocus
Command2.Visible = True
sw26 = 0
sw27 = 0
End Sub

Private Sub Command11_Click() 'peso
peso2 = Text4
peso1 = Val(Text4)
Text4.Visible = False
Command11.Visible = False
Command15.Visible = False
If peso1 > 249 Then
    If peso1 < 1001 Then
        Label14 = CStr(peso1)
        peso3 = peso2
        peso4 = peso1
        d_p = peso4
    Else
        Label14 = CStr(peso4)
    End If
Else
    Label14 = CStr(peso4)
End If
If peso1 > 767 Then
    If peso1 < 1001 Then
        peso7 = 3
        peso6 = peso1 - 768
        peso5 = peso6
    End If
End If

```



```

        sw6 = 1
    End If
End If
If peso1 > 511 Then
    If peso1 < 768 Then
        peso7 = 2
        peso6 = peso1 - 512
        peso5 = peso6
        sw6 = 1
    End If
End If
If peso1 > 255 Then
    If peso1 < 512 Then
        peso7 = 1
        peso6 = peso1 - 256
        peso5 = peso6
        sw6 = 1
    End If
End If
If peso1 > 249 Then
    If peso1 < 256 Then
        peso7 = 0
        peso6 = peso1
        peso5 = peso6
        sw6 = 1
    End If
End If
Label7.Visible = False
List1.Visible = True
Text1.Text = ""
Text1.Visible = True
Text1.SetFocus
Command2.Visible = True
sw26 = 0
sw27 = 0
End Sub

Private Sub Command12_Click()    'fundas
fundas2 = Text5
fundas1 = Val(Text5)
Text5.Visible = False
Command12.Visible = False
Command15.Visible = False
If fundas1 > 0 Then
    If fundas1 < 251 Then
        Label15 = CStr(fundas1)
        fundas3 = fundas2
        fundas4 = fundas1
        sw7 = 1
    Else
        Label15 = CStr(fundas4)
    End If
Else
    Label15 = CStr(fundas4)
End If
Label9.Visible = False
List1.Visible = True
Text1.Text = ""
Text1.Visible = True
Text1.SetFocus
Command2.Visible = True
sw7 = 1
End Sub

Private Sub Command13_Click()    'HISTORIAL
If sw23 = 0 Then
    pagexcel.Visible = True
    Command13.Visible = False
    Command15.Visible = False
    Command17.Visible = True
    sw23 = 1
    sw11 = 1
End If
End Sub

```

```

Private Sub Command2_Click() 'INGRESAR A
sw26 = 0
sw27 = 0
Timer7.Enabled = False
NUM = Val(Text1)
If NUM = 1 Then 'TEMPERATURA VERITCAL
    Text1.Visible = False
    Command2.Visible = False
    Label2.Visible = True
    'Label3.Visible = True
    Text2.Visible = True
    Command9.Visible = True
    Command15.Visible = True
    Text2.Text = ""
    Text2.SetFocus
End If
If NUM = 2 Then 'TEMPERATURA HORIZONTAL
    Text1.Visible = False
    Command2.Visible = False
    Label5.Visible = True
    'Label6.Visible = True
    Text3.Visible = True
    Command10.Visible = True
    Command15.Visible = True
    Text3.Text = ""
    Text3.SetFocus
End If
If NUM = 3 Then 'PESO
    Text1.Visible = False
    Command2.Visible = False
    Label7.Visible = True
    Text4.Visible = True
    Command11.Visible = True
    Command15.Visible = True
    Text4.Text = ""
    Text4.SetFocus
End If
If NUM = 4 Then 'NUMERO DE FUNDAS
    Text1.Visible = False
    Command2.Visible = False
    Label9.Visible = True
    Text5.Visible = True
    Command12.Visible = True
    Command15.Visible = True
    Text5.Text = ""
    Text5.SetFocus
End If
If NUM = 5 Then 'MANTENIMIENTO
    Text1.Visible = False
    Command2.Visible = False
    Command14.Visible = True
    Command15.Visible = True
    Command14.SetFocus
End If
If NUM = 6 Then 'HISTORIAL
    Text1.Visible = False
    Command2.Visible = False
    Command13.Visible = True
    Command15.Visible = True
    Command13.SetFocus
End If
If NUM > 6 Then
    Text1.Text = ""
    Text1.SetFocus
End If
If sw29 = 1 Then
    Timer7.Enabled = True
End If
End Sub

Private Sub Command20_Click() 'MANTENIMIENTO Y
    Y = 1
End Sub

```

```

Private Sub Command21_Click() 'MANTENIMIENTO RESISTENCIA VERTICAL
    rest_v = 1
End Sub

Private Sub Command22_Click() 'MANTENIMIENTO RESISTENCIA HORIZONTAL
    rest_h = 1
End Sub

Private Sub Command24_Click() 'MANTENIMIENTO MOTOR
    motor = 1
End Sub

Private Sub Command25_Click() 'REGRESAR A MENU
Frame2.Visible = True
Frame7.Visible = False
Frame8.Visible = False
Frame9.Visible = False
Frame10.Visible = False
Command25.Visible = False
List1.Visible = True
Text1.Text = ""
Text1.Visible = True
Text1.SetFocus
Command2.Visible = True
Text2.Visible = False
Text3.Visible = False
Text4.Visible = False
Text5.Visible = False
Command9.Visible = False
Command10.Visible = False
Command11.Visible = False
Command12.Visible = False
Command13.Visible = False
Command14.Visible = False
Command15.Visible = False
Label2.Visible = False
Label5.Visible = False
Label7.Visible = False
Label9.Visible = False
sw24 = 1
sw27 = 1
sw26 = 1
If NUM = 6 Then 'HISTORIAL
    Text1.Visible = False
    Command2.Visible = False
    Command13.Visible = True
    Command15.Visible = True
    Command13.SetFocus
End If
Timer7.Enabled = True
End Sub

Private Sub Command26_Click()
    cuchilla = 1
End Sub

Private Sub Command3_Click() 'CONTINUAR PROCESO
sw12 = 1
Shape2.Visible = True
Shape11.Visible = False
Shape3.Visible = False
Shape12.Visible = True
End Sub

Private Sub Command4_Click() 'PROCESO
swa1 = 1
sw9 = 1
sw16 = 1
End Sub

Private Sub Command5_Click() 'PRUEBA
swa1 = 1
sw10 = 1
sw17 = 1

```

```

End Sub

Private Sub Command6_Click()      'in paro de emergencia
swa = 0
sw16 = 0
sw17 = 0
sw9 = 0
sw10 = 0
sw2 = 1
End Sub

Private Sub Command7_Click()      'out paro de emergencia
sw3 = 1
End Sub

Private Sub Command8_Click()      'apagar la maquina
sw1 = 1
End Sub

Private Sub Command9_Click()      'temperatura vertical
tv2 = Text2
tv1 = Val(Text2)
Text2.Visible = False
Command9.Visible = False
Command15.Visible = False
If tv1 > 59 Then
    If tv1 < 121 Then
        Label12 = CStr(tv1) & "°C"
        tv3 = tv2
        tv4 = tv1
        sw4 = 1
    Else
        Label12 = CStr(tv4) & "°C"
    End If
Else
    Label12 = CStr(tv4) & "°C"
End If
Label2.Visible = False
List1.Visible = True
Text1.Text = ""
Text1.Visible = True
Text1.SetFocus
Command2.Visible = True
sw4 = 1
End Sub

Private Sub Form_Activate()
Timer1.Enabled = True
Timer2.Enabled = False
Timer3.Enabled = False
Timer4.Enabled = False
Timer5.Enabled = False
Timer6.Enabled = True
Timer7.Enabled = True
Timer1.Interval = 100
Timer2.Interval = 100
Timer3.Interval = 100
Timer4.Interval = 100
Timer5.Interval = 100
Timer6.Interval = 1000
Timer7.Interval = 10000
Frame7.Visible = False
Frame8.Visible = False
Frame9.Visible = False
Frame10.Visible = False
Frame11.Visible = False
Text1.Visible = True
Text1.SetFocus
Text2.Visible = False
Text3.Visible = False
Text4.Visible = False
Text5.Visible = False
Label2.Visible = False
Label4.Visible = True

```

```

Label5.Visible = False
Label7.Visible = False
Label8.Visible = False
Label9.Visible = False
Label37.Visible = False
Label38.Visible = False
Label39.Visible = False
Label40.Visible = False
Command1.Visible = True
Command2.Visible = True
Command3.Visible = False
Command4.Visible = True
Command5.Visible = True
Command6.Visible = True
Command7.Visible = False
Command8.Visible = True
Command9.Visible = False
Command10.Visible = False
Command11.Visible = False
Command12.Visible = False
Command13.Visible = False
Command14.Visible = False
Command15.Visible = False
Command16.Visible = False
Command17.Visible = False
Command25.Visible = False
Shape1.Visible = False
Shape8.Visible = True
Shape2.Visible = False
Shape11.Visible = True
Shape3.Visible = True
Shape12.Visible = False
Shape4.Visible = True
Shape14.Visible = False
Shape5.Visible = True
Shape10.Visible = False
Shape6.Visible = False
Shape13.Visible = True
Shape9.Visible = True
Shape15.Visible = False
sw9 = 0
sw10 = 0
sw22 = 1
sw25 = 1
sh1 = 0
sw20 = 1
sw30 = 0
swa1 = 0
swa2 = 0
W = 0
LAZO = 1
Set pagexcel = New Excel.Application
Set libexcel = pagexcel.Workbooks.Open(FileName:="c:\mism
documentos\wilson\hmi_08_03_05\HISTORIAL.xls")
Set hojexcel = libexcel.ActiveSheet
pagexcel.Visible = False
X = 0
Do Until X = ""
    LAZO = LAZO + 1
    X = hojexcel.Range("B" & LAZO).FormulaR1C1
Loop
hojexcel.Range("B" & LAZO).FormulaR1C1 = Date
hojexcel.Range("C" & LAZO).FormulaR1C1 = Time
hojexcel.Range("D" & LAZO).FormulaR1C1 = Text11.Text
hojexcel.Range("E" & LAZO).FormulaR1C1 = 0
hojexcel.Range("F" & LAZO).FormulaR1C1 = 0
LAZO = LAZO + 1
pagexcel.ActiveWorkbook.Save
End Sub

'DATOS A ENVIAR AL MASTER DE TV, TH, PESO, FUNDAS.
Private Sub Timer1_Timer()
Timer1.Enabled = False
Timer3.Enabled = False

```

```

Timer4.Enabled = False
Timer5.Enabled = False

If sw4 = 1 Then          'temperatura vertical
  If MSComm1.PortOpen = False Then
    MSComm1.PortOpen = True
  Else
  End If
  MSComm1.Output = Chr$(5)  'DATO DE TEMPERATURA
  Do
  DoEvents
    Loop Until (DATOS.MSComm1.InBufferCount >= 1)
  MSComm1.Output = Chr$(tv3)  'DATO DE TEMPERATURA
  MSComm1.PortOpen = False
  sw4 = 0
  Label12 = CStr(tv2)
End If

If sw5 = 1 Then          'temperatura horizontal
  If MSComm1.PortOpen = False Then
    MSComm1.PortOpen = True
  Else
  End If
  MSComm1.Output = Chr$(6)  'DATO DE TEMPERATURA
  Do
  DoEvents
    Loop Until (DATOS.MSComm1.InBufferCount >= 1)
  MSComm1.Output = Chr$(th3)  'DATO DE TEMPERATURA
  MSComm1.PortOpen = False
  sw5 = 0
  Label13 = CStr(th2)
End If

If sw6 = 1 Then          'peso
  If MSComm1.PortOpen = False Then
    MSComm1.PortOpen = True
  Else
  End If
  MSComm1.Output = Chr$(8)
  Do
  DoEvents
    Loop Until (DATOS.MSComm1.InBufferCount >= 1)
  MSComm1.Output = Chr$(peso7)  'DATO DE PESO
  Do
  DoEvents
    Loop Until (DATOS.MSComm1.InBufferCount >= 1)
  MSComm1.Output = Chr$(peso5)  'DATO DE PESO
  MSComm1.PortOpen = False
  sw6 = 0
  Label14 = CStr(peso2)
End If

If sw7 = 1 Then          'número de fundas
  If MSComm1.PortOpen = False Then
    MSComm1.PortOpen = True
  Else
  End If
  MSComm1.Output = Chr$(9)
  Do
  DoEvents
    Loop Until (DATOS.MSComm1.InBufferCount >= 1)
  MSComm1.Output = Chr$(fundas3)  'DATO DE fundas
  MSComm1.PortOpen = False
  sw7 = 0
  Label15 = CStr(fundas2)
End If

If sw8 = 1 Then          'MANTENIMIENTO
  If MSComm1.PortOpen = False Then
    MSComm1.PortOpen = True
  Else
  End If
  MSComm1.Output = Chr$(7)
  Do
  DoEvents
    Loop Until (DATOS.MSComm1.InBufferCount >= 1)
  MSComm1.Output = Chr$(0)
  MSComm1.PortOpen = False

```

```

    sw8 = 0
End If
If tolva = 1 Then
    If MSComm1.PortOpen = False Then
        MSComm1.PortOpen = True
    Else
        End If
    MSComm1.Output = Chr$(7)
    Do
    DoEvents
        Loop Until (DATOS.MSComm1.InBufferCount >= 1)
    MSComm1.Output = Chr$(1)
    MSComm1.PortOpen = False
    tolva = 0
End If
If balanza = 1 Then
    If MSComm1.PortOpen = False Then
        MSComm1.PortOpen = True
    Else
        End If
    MSComm1.Output = Chr$(7)
    Do
    DoEvents
        Loop Until (DATOS.MSComm1.InBufferCount >= 1)
    MSComm1.Output = Chr$(2)
    MSComm1.PortOpen = False
    balanza = 0
End If
If Y = 1 Then
    If MSComm1.PortOpen = False Then
        MSComm1.PortOpen = True
    Else
        End If
    MSComm1.Output = Chr$(7)
    Do
    DoEvents
        Loop Until (DATOS.MSComm1.InBufferCount >= 1)
    MSComm1.Output = Chr$(3)
    MSComm1.PortOpen = False
    Y = 0
End If
If rest_h = 1 Then
    If MSComm1.PortOpen = False Then
        MSComm1.PortOpen = True
    Else
        End If
    MSComm1.Output = Chr$(7)
    Do
    DoEvents
        Loop Until (DATOS.MSComm1.InBufferCount >= 1)
    MSComm1.Output = Chr$(5)
    MSComm1.PortOpen = False
    rest_h = 0
End If
If cuchilla = 1 Then
    If MSComm1.PortOpen = False Then
        MSComm1.PortOpen = True
    Else
        End If
    MSComm1.Output = Chr$(7)
    Do
    DoEvents
        Loop Until (DATOS.MSComm1.InBufferCount >= 1)
    MSComm1.Output = Chr$(6)
    MSComm1.PortOpen = False
    cuchilla = 0
End If
If motor = 1 Then
    If MSComm1.PortOpen = False Then
        MSComm1.PortOpen = True
    Else
        End If
    MSComm1.Output = Chr$(7)
    Do

```

```

    DoEvents
    Loop Until (DATOS.MSComm1.InBufferCount >= 1)
    MSComm1.Output = Chr$(7)
    MSComm1.PortOpen = False
    motor = 0
End If
If rest_v = 1 Then
    If MSComm1.PortOpen = False Then
        MSComm1.PortOpen = True
    Else
        End If
    MSComm1.Output = Chr$(7)
    Do
        DoEvents
        Loop Until (DATOS.MSComm1.InBufferCount >= 1)
    MSComm1.Output = Chr$(4)
    MSComm1.PortOpen = False
    rest_v = 0
End If
Timer2.Enabled = True
sw31 = 0
End Sub

'para pedir informacion al pic
Private Sub Timer2_Timer()
Timer1.Enabled = False
Timer2.Enabled = False
Timer4.Enabled = False
Timer5.Enabled = False

If MSComm1.PortOpen = False Then
    MSComm1.PortOpen = True
Else
    End If
MSComm1.Output = Chr$(16)
Do
DoEvents
    Loop Until (DATOS.MSComm1.InBufferCount >= 1)
dato_pic = AscW(MSComm1.Input)
dat_pic = Val(dato_pic)
MSComm1.PortOpen = False

If dat_pic = 2 Then 'SE APAGA LA MAQUINA
    LAZO = 1
    pagexcel.Visible = False
    X = 0
    Do Until X = ""
        LAZO = LAZO + 1
        X = hojexcel.Range("B" & LAZO).FormulaR1C1
    Loop
    hojexcel.Range("B" & LAZO).FormulaR1C1 = Date
    hojexcel.Range("C" & LAZO).FormulaR1C1 = Time
    hojexcel.Range("D" & LAZO).FormulaR1C1 = Text13.Text
    hojexcel.Range("E" & LAZO).FormulaR1C1 = dat_p_f
    hojexcel.Range("F" & LAZO).FormulaR1C1 = dat_f
    LAZO = LAZO + 1
    pagexcel.ActiveWorkbook.Save
    pagexcel.ActiveWorkbook.Close
    pagexcel.Visible = False
    Set hojexcel = Nothing
    Set libexcel = Nothing
    Set pagexcel = Nothing
End
End If
If dat_pic = 3 Then 'IN A PARO DE EMERGENCIA
    sw21 = 0
    If sw28 = 0 Then
        sw28 = 1
        Frame2.Visible = False
        Frame7.Visible = False
        Frame8.Visible = False
        Frame9.Visible = False
        Frame10.Visible = False
        Label4.Visible = False

```



```

Label8.Visible = False
Label37.Visible = False
Label38.Visible = False
Command1.Visible = True
Command3.Visible = False
Command4.Visible = False
Command5.Visible = False
Command6.Visible = False
Command7.Visible = True
Command8.Visible = True
Command16.Visible = False
Command25.Visible = False
Shape1.Visible = True
Shape8.Visible = False
Shape2.Visible = True
Shape11.Visible = False
swa = 0
sw16 = 0
sw17 = 0
sw9 = 0
sw10 = 0
Timer7.Enabled = False
LAZO = 1
pagexcel.Visible = False
X = 0
Do Until X = ""
LAZO = LAZO + 1
X = hojexcel.Range("B" & LAZO).FormulaR1C1
Loop
hojexcel.Range("B" & LAZO).FormulaR1C1 = Date
hojexcel.Range("C" & LAZO).FormulaR1C1 = Time
hojexcel.Range("D" & LAZO).FormulaR1C1 = Text10.Text
hojexcel.Range("E" & LAZO).FormulaR1C1 = d_p_f
hojexcel.Range("F" & LAZO).FormulaR1C1 = d_f
pagexcel.ActiveWorkbook.Save
d_p_f = 0
d_f = 0
sw30 = 0
End If
End If
If dat_pic = 4 Then 'OUT PARO DE EMERGENCIA
If sw21 = 0 Then
sw21 = 1
Frame2.Visible = True
Frame7.Visible = False
Frame8.Visible = False
Frame9.Visible = False
Frame10.Visible = False
Label4.Visible = True
Label8.Visible = False
Label37.Visible = False
Label38.Visible = False
Command1.Visible = True
Command3.Visible = False
Command4.Visible = True
Command5.Visible = True
Command6.Visible = True
Command7.Visible = False
Command8.Visible = True
Command16.Visible = False
Command25.Visible = False
Shape1.Visible = False
Shape8.Visible = True
Shape2.Visible = False
Shape11.Visible = True
LAZO = 1
pagexcel.Visible = False
X = 0
Do Until X = ""
LAZO = LAZO + 1
X = hojexcel.Range("B" & LAZO).FormulaR1C1
Loop
hojexcel.Range("B" & LAZO).FormulaR1C1 = Date
hojexcel.Range("C" & LAZO).FormulaR1C1 = Time

```

```

        hojexcel.Range("D" & LAZO).FormulaR1C1 = Text14.Text
        hojexcel.Range("E" & LAZO).FormulaR1C1 = 0
        hojexcel.Range("F" & LAZO).FormulaR1C1 = 0
        pagexcel.ActiveWorkbook.Save
        sw31 = 1
        sw30 = 0
    End If
End If
If dat_pic = 18 Then      'TERMINA PROCESO
    Frame2.Visible = False
    Frame7.Visible = False
    Frame8.Visible = False
    Frame9.Visible = False
    Frame10.Visible = False
    Label40.Visible = True
    Command25.Visible = True
    LAZO = 1
    pagexcel.Visible = False
    X = 0
    Do Until X = ""
        LAZO = LAZO + 1
        X = hojexcel.Range("B" & LAZO).FormulaR1C1
    Loop
    hojexcel.Range("B" & LAZO).FormulaR1C1 = Date
    hojexcel.Range("C" & LAZO).FormulaR1C1 = Time
    hojexcel.Range("D" & LAZO).FormulaR1C1 = Text6.Text
    hojexcel.Range("E" & LAZO).FormulaR1C1 = d_p_f
    hojexcel.Range("F" & LAZO).FormulaR1C1 = d_f
    pagexcel.ActiveWorkbook.Save
    Timer7.Enabled = False
    sw31 = 1
    sw30 = 0
    d_p_f = 0
    d_f = 0
End If
If dat_pic = 19 Then      'TERMINA PRUEBA
    Frame2.Visible = False
    Frame7.Visible = False
    Frame8.Visible = False
    Frame9.Visible = False
    Frame10.Visible = False
    Label39.Visible = True
    Command25.Visible = True
    Timer7.Enabled = False
    LAZO = 1
    pagexcel.Visible = False
    X = 0
    Do Until X = ""
        LAZO = LAZO + 1
        X = hojexcel.Range("B" & LAZO).FormulaR1C1
    Loop
    hojexcel.Range("B" & LAZO).FormulaR1C1 = Date
    hojexcel.Range("C" & LAZO).FormulaR1C1 = Time
    hojexcel.Range("D" & LAZO).FormulaR1C1 = Text7.Text
    hojexcel.Range("E" & LAZO).FormulaR1C1 = d_p_f
    hojexcel.Range("F" & LAZO).FormulaR1C1 = d_f
    pagexcel.ActiveWorkbook.Save
    sw31 = 1
    sw30 = 0
    d_p_f = 0
    d_f = 0
End If
If dat_pic = 16 Then      'TOLVA VACIA
    If sw29 = 0 Then
        sw29 = 1
        Shape5.Visible = False
        Shape10.Visible = True
        LAZO = 1
        pagexcel.Visible = False
        X = 0
        Do Until X = ""
            LAZO = LAZO + 1
            X = hojexcel.Range("B" & LAZO).FormulaR1C1
        Loop

```

```

        hojexcel.Range("B" & LAZO).FormulaR1C1 = Date
        hojexcel.Range("C" & LAZO).FormulaR1C1 = Time
        hojexcel.Range("D" & LAZO).FormulaR1C1 = Text9.Text
        hojexcel.Range("E" & LAZO).FormulaR1C1 = 0
        hojexcel.Range("F" & LAZO).FormulaR1C1 = 0
        pagexcel.ActiveWorkbook.Save
        sw31 = 0
        sw30 = 0
    End If
End If
If dat_pic = 17 Then      'TOLVA VACIA
    Shape5.Visible = False
    Shape10.Visible = True
    LAZO = 1
    pagexcel.Visible = False
    X = 0
    Do Until X = ""
        LAZO = LAZO + 1
        X = hojexcel.Range("B" & LAZO).FormulaR1C1
    Loop
    hojexcel.Range("B" & LAZO).FormulaR1C1 = Date
    hojexcel.Range("C" & LAZO).FormulaR1C1 = Time
    hojexcel.Range("D" & LAZO).FormulaR1C1 = Text9.Text
    hojexcel.Range("E" & LAZO).FormulaR1C1 = d_p_f
    hojexcel.Range("F" & LAZO).FormulaR1C1 = d_f
    pagexcel.ActiveWorkbook.Save
    Timer7.Enabled = False
    sw31 = 0
    sw30 = 0
    d_p_f = 0
    d_f = 0
End If
If dat_pic = 35 Then      'FALTA DE FASE 1
    Shape6.Visible = True
    Shape13.Visible = False
    If sw33 = 0 Then
        sw33 = 1
        LAZO = 1
        pagexcel.Visible = False
        X = 0
        Do Until X = ""
            LAZO = LAZO + 1
            X = hojexcel.Range("C" & LAZO).FormulaR1C1
        Loop
        hojexcel.Range("B" & LAZO).FormulaR1C1 = Date
        hojexcel.Range("C" & LAZO).FormulaR1C1 = Time
        hojexcel.Range("D" & LAZO).FormulaR1C1 = Text8.Text
        hojexcel.Range("E" & LAZO).FormulaR1C1 = 0
        hojexcel.Range("F" & LAZO).FormulaR1C1 = 0
        LAZO = LAZO + 1
        pagexcel.ActiveWorkbook.Save
    End If
    sw31 = 0
    sw30 = 0
End If
If dat_pic = 36 Then      'FALTA DE FASE 2
    Shape4.Visible = False
    Shape14.Visible = True
    If sw34 = 0 Then
        LAZO = 1
        pagexcel.Visible = False
        X = 0
        Do Until X = ""
            LAZO = LAZO + 1
            X = hojexcel.Range("C" & LAZO).FormulaR1C1
        Loop
        hojexcel.Range("B" & LAZO).FormulaR1C1 = Date
        hojexcel.Range("C" & LAZO).FormulaR1C1 = Time
        hojexcel.Range("D" & LAZO).FormulaR1C1 = Text19.Text
        hojexcel.Range("E" & LAZO).FormulaR1C1 = 0
        hojexcel.Range("F" & LAZO).FormulaR1C1 = 0
        LAZO = LAZO + 1
        pagexcel.ActiveWorkbook.Save
    End If
End If

```

```

sw31 = 0
sw30 = 0
End If
If dat_pic = 37 Then      'FALTA DE FASE 3
  If sw35 = 0 Then
    Shape9.Visible = False
    Shape15.Visible = True
    LAZO = 1
    pagexcel.Visible = False
    X = 0
    Do Until X = ""
      LAZO = LAZO + 1
      X = hojexcel.Range("C" & LAZO).FormulaR1C1
    Loop
    hojexcel.Range("B" & LAZO).FormulaR1C1 = Date
    hojexcel.Range("C" & LAZO).FormulaR1C1 = Time
    hojexcel.Range("D" & LAZO).FormulaR1C1 = Text20.Text
    hojexcel.Range("E" & LAZO).FormulaR1C1 = 0
    hojexcel.Range("F" & LAZO).FormulaR1C1 = 0
    pagexcel.ActiveWorkbook.Save
  End If
  sw31 = 0
  sw30 = 0
End If
If dat_pic = 60 Then      'FALTA DE FASE
  LAZO = 1
  pagexcel.Visible = False
  X = 0
  Do Until X = ""
    LAZO = LAZO + 1
    X = hojexcel.Range("C" & LAZO).FormulaR1C1
  Loop
  hojexcel.Range("B" & LAZO).FormulaR1C1 = Date
  hojexcel.Range("C" & LAZO).FormulaR1C1 = Time
  hojexcel.Range("D" & LAZO).FormulaR1C1 = Text21.Text
  hojexcel.Range("E" & LAZO).FormulaR1C1 = d_p_f
  hojexcel.Range("F" & LAZO).FormulaR1C1 = d_f
  pagexcel.ActiveWorkbook.Save
  Timer7.Enabled = False
  sw31 = 0
  sw30 = 0
  d_p_f = 0
  d_f = 0
End If
If dat_pic = 21 Then      'HISTORIAL
  pagexcel.Visible = True
  Command13.Visible = False
  Command15.Visible = False
  Command17.Visible = True
  sw31 = 1
End If
If dat_pic = 6 Then      'PROCESO
  sw9 = 1
  sw16 = 1
  swa1 = 1
  sw30 = 10
  Frame2.Visible = False
  Frame7.Visible = False
  Frame8.Visible = False
  Frame9.Visible = True
  Shape2.Visible = True
  Shape11.Visible = False
  Shape3.Visible = False
  Shape12.Visible = True
  Command3.Visible = False
  Command4.Visible = False
  Command5.Visible = False
  Command16.Visible = True
  Command25.Visible = True
End If
If dat_pic = 7 Then      'PRUEBA
  swa1 = 1
  sw10 = 1
  sw17 = 1

```

```

sw30 = 10
Frame2.Visible = False
Frame7.Visible = False
Frame8.Visible = False
Frame9.Visible = True
Shape2.Visible = True
Shape11.Visible = False
Command3.Visible = False
Command4.Visible = False
Command5.Visible = False
Command16.Visible = True
Shape3.Visible = False
Shape12.Visible = True
Command25.Visible = True
End If
If dat_pic = 20 Then      'MANTANIMIENTO
  Frame2.Visible = False
  Frame7.Visible = True
  Frame8.Visible = True
  Command25.Visible = True
End If
If dat_pic = 80 Then      'CONTINUA
  Shape1.Visible = False
  Shape8.Visible = True
  Shape2.Visible = False
  Shape11.Visible = True
  Shape3.Visible = True
  Shape12.Visible = False
  Shape4.Visible = True
  Shape14.Visible = False
  Shape5.Visible = True
  Shape10.Visible = False
  Shape6.Visible = False
  Shape13.Visible = True
  Shape9.Visible = True
  Shape15.Visible = False
  Frame2.Visible = False
  Frame7.Visible = True
  Frame8.Visible = True
  Command25.Visible = True
  sw31 = 1
End If
If dat_pic = 90 Then      'PARO
  Shape1.Visible = False
  Shape8.Visible = True
  Shape2.Visible = False
  Shape11.Visible = True
  Shape3.Visible = True
  Shape12.Visible = False
  Shape4.Visible = True
  Shape14.Visible = False
  Shape5.Visible = True
  Shape10.Visible = False
  Shape6.Visible = False
  Shape13.Visible = True
  Shape9.Visible = True
  Shape15.Visible = False
  Frame2.Visible = True
  sw31 = 1
End If
If dat_pic = 200 Then     'NORMALIZADO
  If sw31 = 0 Then
    sw31 = 1
    sw29 = 0
    sw33 = 0
    sw34 = 0
    sw35 = 0
    sw30 = 0
    Frame2.Visible = True
    Frame7.Visible = False
    Frame8.Visible = False
    Frame9.Visible = False
    Frame10.Visible = False
    Label4.Visible = True

```

```

Label8.Visible = False
Label37.Visible = False
Label38.Visible = False
Command1.Visible = True
Command3.Visible = False
Command4.Visible = True
Command5.Visible = True
Command6.Visible = True
Command7.Visible = False
Command8.Visible = True
Command16.Visible = False
Command25.Visible = False
Shape1.Visible = False
Shape8.Visible = True
Shape2.Visible = False
Shape11.Visible = True
LAZO = 1
pagexcel.Visible = False
X = 0
Do Until X = ""
LAZO = LAZO + 1
X = hojexcel.Range("C" & LAZO).FormulaR1C1
Loop
hojexcel.Range("B" & LAZO).FormulaR1C1 = Date
hojexcel.Range("C" & LAZO).FormulaR1C1 = Time
hojexcel.Range("D" & LAZO).FormulaR1C1 = Text14.Text
hojexcel.Range("E" & LAZO).FormulaR1C1 = 0
hojexcel.Range("F" & LAZO).FormulaR1C1 = 0
pagexcel.ActiveWorkbook.Save
End If
End If
Timer3.Enabled = True
End Sub

Private Sub Timer3_Timer()
Timer1.Enabled = False
Timer2.Enabled = False
Timer3.Enabled = False
Timer5.Enabled = False

If sw1 = 1 Then 'APAGAR LA MAQUINA
sw1 = 0
If MSComm1.PortOpen = False Then
MSComm1.PortOpen = True
Else
End If
MSComm1.Output = Chr$(2)
MSComm1.PortOpen = False
LAZO = 1
pagexcel.Visible = False
X = 0
Do Until X = ""
LAZO = LAZO + 1
X = hojexcel.Range("B" & LAZO).FormulaR1C1
Loop
hojexcel.Range("B" & LAZO).FormulaR1C1 = Date
hojexcel.Range("C" & LAZO).FormulaR1C1 = Time
hojexcel.Range("D" & LAZO).FormulaR1C1 = Text13.Text
hojexcel.Range("E" & LAZO).FormulaR1C1 = d_p_f
hojexcel.Range("F" & LAZO).FormulaR1C1 = d_f
pagexcel.ActiveWorkbook.Save
pagexcel.ActiveWorkbook.Close
pagexcel.Visible = False
Set hojexcel = Nothing
Set libexcel = Nothing
Set pagexcel = Nothing
End
End If
If sw3 = 1 Then 'out paro de emergencia
sw21 = 1
If MSComm1.PortOpen = False Then
MSComm1.PortOpen = True
Else
End If

```

```

MSComm1.Output = Chr$(4)
MSComm1.PortOpen = False
sw3 = 0
LAZO = 1
pagexcel.Visible = False
X = 0
Do Until X = ""
LAZO = LAZO + 1
X = hojexcel.Range("B" & LAZO).FormulaR1C1
Loop
hojexcel.Range("B" & LAZO).FormulaR1C1 = Date
hojexcel.Range("C" & LAZO).FormulaR1C1 = Time
hojexcel.Range("D" & LAZO).FormulaR1C1 = Text14.Text
hojexcel.Range("E" & LAZO).FormulaR1C1 = 0
hojexcel.Range("F" & LAZO).FormulaR1C1 = 0
pagexcel.ActiveWorkbook.Save
sw30 = 0
End If
If sw11 = 1 Then 'paro
If MSComm1.PortOpen = False Then
MSComm1.PortOpen = True
Else
End If
MSComm1.Output = Chr$(20)
MSComm1.PortOpen = False
sw11 = 0
End If
If sw12 = 1 Then 'continua
If MSComm1.PortOpen = False Then
MSComm1.PortOpen = True
Else
End If
MSComm1.Output = Chr$(21)
MSComm1.PortOpen = False
sw12 = 0
End If
If sw9 = 1 Then 'PROCESO
If MSComm1.PortOpen = False Then
MSComm1.PortOpen = True
Else
End If
MSComm1.Output = Chr$(10)
MSComm1.PortOpen = False
sw9 = 0
sw30 = 10
End If
If sw10 = 1 Then 'PRUEBA
If MSComm1.PortOpen = False Then
MSComm1.PortOpen = True
Else
End If
MSComm1.Output = Chr$(11)
MSComm1.PortOpen = False
sw10 = 0
sw30 = 10
End If
Timer4.Enabled = True
If sw2 = 1 Then 'in paro de emergencia
sw28 = 1
Timer4.Enabled = False
If MSComm1.PortOpen = False Then
MSComm1.PortOpen = True
Else
End If
MSComm1.Output = Chr$(3)
MSComm1.PortOpen = False
sw2 = 0
sw21 = 0
sw30 = 0
LAZO = 1
pagexcel.Visible = False
X = 0
Do Until X = ""
LAZO = LAZO + 1

```

```

X = hojexcel.Range("B" & LAZO).FormulaR1C1
Loop
hojexcel.Range("B" & LAZO).FormulaR1C1 = Date
hojexcel.Range("C" & LAZO).FormulaR1C1 = Time
hojexcel.Range("D" & LAZO).FormulaR1C1 = Text10.Text
hojexcel.Range("E" & LAZO).FormulaR1C1 = d_p_f
hojexcel.Range("F" & LAZO).FormulaR1C1 = d_f
pagexcel.ActiveWorkbook.Save
Timer2.Enabled = True
d_p_f = 0
d_f = 0
End If
End Sub

Private Sub Timer4_Timer()
Timer1.Enabled = False
Timer2.Enabled = False
Timer3.Enabled = False
Timer4.Enabled = False

If sw22 = 4 Then 'NUMERO DE FUNDAS
sw22 = 1
If MSComm1.PortOpen = False Then
MSComm1.PortOpen = True
Else
End If
MSComm1.Output = Chr$(29)
Do
DoEvents
Loop Until (DATOS.MSComm1.InBufferCount >= 1)
dato_fundas = AscW(MSComm1.Input)
dat_fundas = Val(dato_fundas)
MSComm1.PortOpen = False
fundas4 = dat_fundas
Label15 = CStr(dat_fundas)
End If
If sw22 = 3 Then 'PESO
sw22 = 4
If MSComm1.PortOpen = False Then
MSComm1.PortOpen = True
Else
End If
MSComm1.Output = Chr$(28)
Do
DoEvents
Loop Until (DATOS.MSComm1.InBufferCount >= 1)
dato_peso1 = AscW(MSComm1.Input)
dat_peso1 = Val(dato_peso1)
MSComm1.Output = Chr$(0)
Do
DoEvents
Loop Until (DATOS.MSComm1.InBufferCount >= 1)
dato_peso2 = AscW(MSComm1.Input)
dat_peso2 = Val(dato_peso2)
MSComm1.PortOpen = False
If dat_peso1 = 1 Then
dat_peso3 = 256 + dat_peso2
peso4 = dat_peso3
d_p = peso4
Label14 = CStr(dat_peso3)
End If
If dat_peso1 = 2 Then
dat_peso3 = 512 + dat_peso2
peso4 = dat_peso3
d_p = peso4
Label14 = CStr(dat_peso3)
End If
If dat_peso1 = 3 Then
dat_peso3 = 768 + dat_peso2
peso4 = dat_peso3
d_p = peso4
Label14 = CStr(dat_peso3)
End If
If dat_peso1 = 0 Then

```



```

        dat_peso3 = dat_peso2
        peso4 = dat_peso3
        d_p = peso4
        Label14 = CStr(dat_peso3)
    End If
End If
If sw22 = 2 Then      'TEMPERATURA HORIZONTAL
    sw22 = 3
    If MSCComm1.PortOpen = False Then
        MSCComm1.PortOpen = True
    Else
    End If
    MSCComm1.Output = Chr$(27)
    Do
    DoEvents
        Loop Until (DATOS.MSCComm1.InBufferCount >= 1)
    dato_th = AscW(MSCComm1.Input)
    dat_th = Val(dato_th)
    MSCComm1.PortOpen = False
    th4 = dat_th
    Label13 = CStr(dat_th)
End If
If sw22 = 1 Then      'TEMPERATURA VERTICAL
    sw22 = 2
    If MSCComm1.PortOpen = False Then
        MSCComm1.PortOpen = True
    Else
    End If
    MSCComm1.Output = Chr$(26)
    Do
    DoEvents
        Loop Until (DATOS.MSCComm1.InBufferCount >= 1)
    dato_tv = AscW(MSCComm1.Input)
    dat_tv = Val(dato_tv)
    MSCComm1.PortOpen = False
    th4 = dat_tv
    Label12 = CStr(dat_tv)
End If
Timer5.Enabled = True
End Sub

Private Sub Timer5_Timer()
Timer2.Enabled = False
Timer3.Enabled = False
Timer4.Enabled = False
Timer5.Enabled = False

If sw30 = 10 Then
    If sw25 = 4 Then      'NUMERO DE FUNDAS
        sw25 = 1
        If MSCComm1.PortOpen = False Then
            MSCComm1.PortOpen = True
        Else
        End If
        MSCComm1.Output = Chr$(15)
        Do
        DoEvents
            Loop Until (DATOS.MSCComm1.InBufferCount >= 1)
        dato_fundas = AscW(MSCComm1.Input)
        dat_fundas = Val(dato_fundas)
        MSCComm1.PortOpen = False
        Label28 = CStr(dat_fundas)
        Label29 = CStr(dat_fundas)
        d_f = dat_fundas
        d_f_p = d_f * d_p
    End If
    If sw25 = 3 Then      'PESO
        sw25 = 4
        If MSCComm1.PortOpen = False Then
            MSCComm1.PortOpen = True
        Else
        End If
        MSCComm1.Output = Chr$(14)
        Do

```

```

        DoEvents
    Loop Until (DATOS.MSComm1.InBufferCount >= 1)
    dato_peso1 = AscW(MSComm1.Input)
    dat_peso1 = Val(dato_peso1)
    MSComm1.Output = Chr$(0)
    Do
        DoEvents
    Loop Until (DATOS.MSComm1.InBufferCount >= 1)
    dato_peso2 = AscW(MSComm1.Input)
    dat_peso2 = Val(dato_peso2)
    MSComm1.PortOpen = False
    If dat_peso1 = 1 Then
        dat_peso3 = 256 + dat_peso2
        Label26 = CStr(dat_peso3)
        Label31 = CStr(dat_peso3)
    End If
    If dat_peso1 = 2 Then
        dat_peso3 = 512 + dat_peso2
        Label26 = CStr(dat_peso3)
        Label31 = CStr(dat_peso3)
    End If
    If dat_peso1 = 3 Then
        dat_peso3 = 768 + dat_peso2
        Label26 = CStr(dat_peso3)
        Label31 = CStr(dat_peso3)
    End If
    If dat_peso1 = 0 Then
        dat_peso3 = dat_peso2
        Label26 = CStr(dat_peso3)
        Label31 = CStr(dat_peso3)
    End If
    End If
    If sw25 = 2 Then      'TEMPERATURA HORIZONTAL
        sw25 = 3
        If MSComm1.PortOpen = False Then
            MSComm1.PortOpen = True
        Else
        End If
        MSComm1.Output = Chr$(13)
        Do
            DoEvents
        Loop Until (DATOS.MSComm1.InBufferCount >= 1)
        dato_th = AscW(MSComm1.Input)
        dat_th = Val(dato_th)
        MSComm1.PortOpen = False
        Label25 = CStr(dat_th)
        Label32 = CStr(dat_th)
    End If
    If sw25 = 1 Then      'TEMPERATURA VERTICAL
        sw25 = 2
        If MSComm1.PortOpen = False Then
            MSComm1.PortOpen = True
        Else
        End If
        MSComm1.Output = Chr$(12)
        Do
            DoEvents
        Loop Until (DATOS.MSComm1.InBufferCount >= 1)
        dato_tv = AscW(MSComm1.Input)
        dat_tv = Val(dato_tv)
        MSComm1.PortOpen = False
        Label24 = CStr(dat_tv)
        Label33 = CStr(dat_tv)
    End If
    End If
    Timer1.Enabled = True
End Sub

Private Sub Timer6_Timer()      'INDICA LA HORA Y LA FECHA
    Label17.Caption = Time
    Label18.Caption = Date
End Sub

Private Sub Timer7_Timer()

```

```
Timer7.Enabled = True
If W = 4 Then
  W = 0
  If sw16 = 1 Then 'pantalla de proceso
    Frame2.Visible = False
    Frame7.Visible = False
    Frame8.Visible = False
    Frame9.Visible = True
    Frame10.Visible = False
    Shape2.Visible = True
    Shape11.Visible = False
    Shape3.Visible = False
    Shape12.Visible = True
    Command3.Visible = False
    Command4.Visible = False
    Command5.Visible = False
    Command16.Visible = True
    Command25.Visible = True
    Timer7.Enabled = False
  End If
  If sw17 = 1 Then
    Frame2.Visible = False
    Frame7.Visible = False
    Frame8.Visible = False
    Frame9.Visible = False
    Frame10.Visible = True
    Shape2.Visible = True
    Shape11.Visible = False
    Command3.Visible = False
    Command4.Visible = False
    Command5.Visible = False
    Command16.Visible = True
    Shape3.Visible = False
    Shape12.Visible = True
    Command25.Visible = True
    Timer7.Enabled = False
  End If
Else
  W = W + 1
End If
End Sub
```

ANEXO C

PROTECCIONES ELÉCTRICAS Y FUENTES DE
VOLTAJES PARA EL SISTEMA DE CONTROL, LAS
ELECTROVÁLVULAS DE V_{dc} Y LA TARJETA DE
ACONDICIONAMIENTO DE SENSOR DE LA BALANZA

PROTECCIONES

La máquina tiene para la protección elementos que desacoplan la parte de control, sin que afecte a los consoladores por alguna falla que se haya producido en la carga.

Otro tipo de protecciones son los breaker cuya capacidad es de dos amperios y protegen al motor, a las resistencias y a las electroválvulas.

FUENTES DE ALIMENTACIÓN

En la alimentación de los circuitos de control, visualización, dosificación y de acondicionamiento de señal se tiene la necesidad de voltajes como 5 Vdc y ± 12 Vdc , por lo cual se seleccionó una fuente de poder de un computador. Con la fuente se obtendrán voltajes fijos evitando caídas de voltaje por aumentar la carga y la corriente necesaria para que funcionen normalmente los circuitos.

Fuente De Alimentación De Las Electroválvulas

Las electroválvulas utilizadas para el manejo de los cilindros neumáticos de la compuerta de paso y de la paleta de distribución son activadas con 24 Vdc, para lo cual se vio la necesidad de diseñar una fuente.

En la fuente se usa un transformador con una relación de voltaje de 120 Vac a 24 Vac, dos reguladores de 7812, capacitores y un rectificador tipo puente.

Cada una de las electroválvulas disipan una potencia de 12 watt, por lo tanto:

$$P = V * I$$

Ec. A.E.1

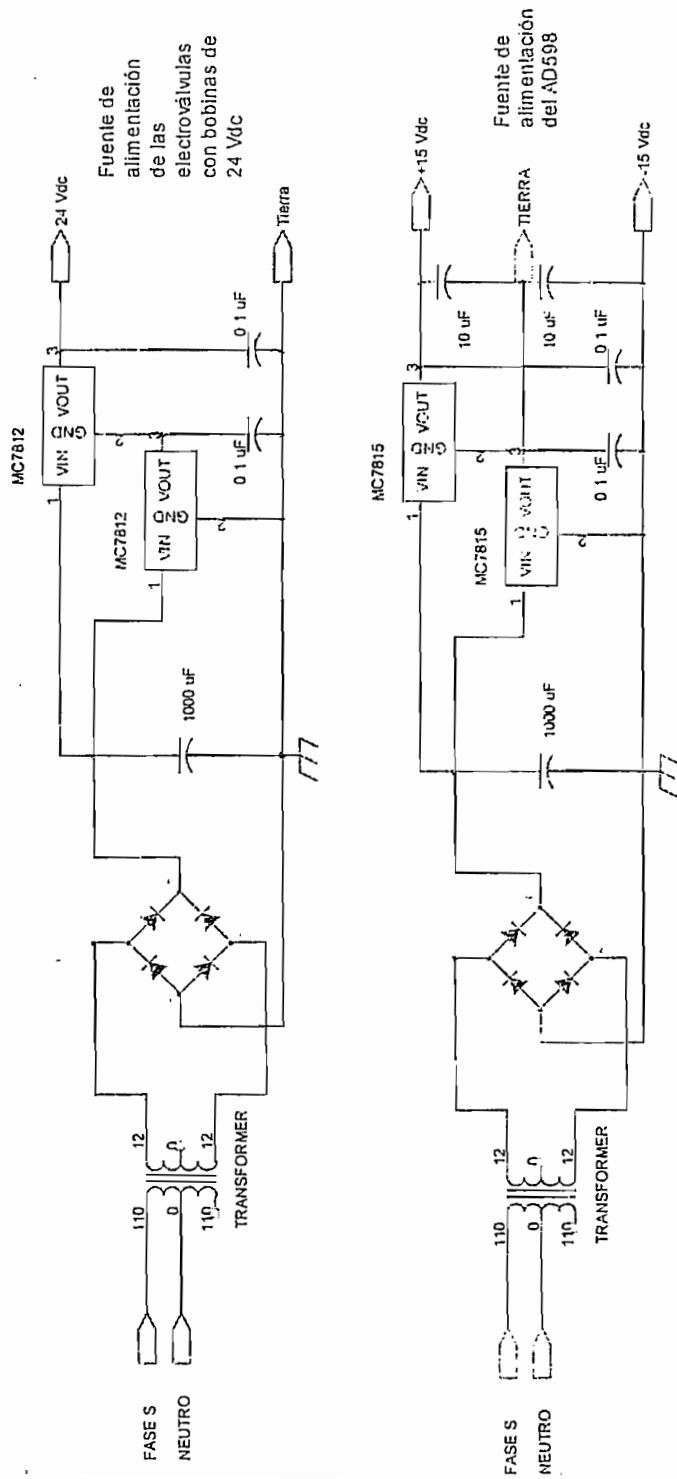


Figura A.C.2.- Esquemas de las fuentes de 24 Vdc y ± 15 Vdc.

ANEXO D

HOJAS DE ESPECIFICACIONES DEL INTEGRADO

AD598

FEATURES

- Single Chip Solution, Contains Internal Oscillator and Voltage Reference
- No Adjustments Required
- Insensitive to Transducer Null Voltage
- Insensitive to Primary to Secondary Phase Shifts
- DC Output Proportional to Position
- 20 Hz to 20 kHz Frequency Range
- Single or Dual Supply Operation
- Unipolar or Bipolar Output
- Will Operate a Remote LVDT at Up to 300 Feet
- Position Output Can Drive Up to 1000 Feet of Cable
- Will Also Interface to an RVDT
- Outstanding Performance
 - Linearity: 0.05% of FS max
 - Output Voltage: ± 11 V min
 - Gain Drift: 50 ppm/ $^{\circ}$ C of FS max
 - Offset Drift: 50 ppm/ $^{\circ}$ C of FS max

PRODUCT DESCRIPTION

The AD598 is a complete, monolithic Linear Variable Differential Transformer (LVDT) signal conditioning subsystem. It is used in conjunction with LVDTs to convert transducer mechanical position to a unipolar or bipolar dc voltage with a high degree of accuracy and repeatability. All circuit functions are included on the chip. With the addition of a few external passive components to set frequency and gain, the AD598 converts the raw LVDT secondary output to a scaled dc signal. The device can also be used with RVDT transducers.

The AD598 contains a low distortion sine wave oscillator to drive the LVDT primary. The LVDT secondary output consists of two sine waves that drive the AD598 directly. The AD598 operates upon the two signals, dividing their difference by their sum, producing a scaled unipolar or bipolar dc output.

The AD598 uses a unique ratiometric architecture (patent pending) to eliminate several of the disadvantages associated with traditional approaches to LVDT interfacing. The benefits of this new circuit are: no adjustments are necessary, transformer null voltage and primary to secondary phase shift does not affect system accuracy, temperature stability is improved, and transducer interchangeability is improved.

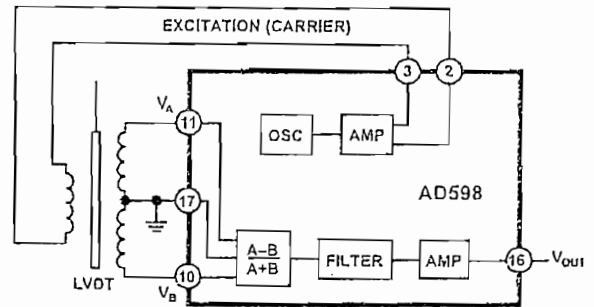
The AD598 is available in two performance grades:

Grade	Temperature Range	Package
AD598JR	0 $^{\circ}$ C to +70 $^{\circ}$ C	20-Pin Small Outline (SOIC)
AD598AD	-40 $^{\circ}$ C to +85 $^{\circ}$ C	20-Pin Ceramic DIP

It is also available processed to MIL-STD-883B, for the military range of -55 $^{\circ}$ C to +125 $^{\circ}$ C.

REV. A

Information furnished by Analog Devices is believed to be accurate and reliable. However, no responsibility is assumed by Analog Devices for its use, nor for any infringements of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of Analog Devices.

FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM

PRODUCT HIGHLIGHTS

1. The AD598 offers a monolithic solution to LVDT and RVDT signal conditioning problems; few extra passive components are required to complete the conversion from mechanical position to dc voltage and no adjustments are required.
2. The AD598 can be used with many different types of LVDTs because the circuit accommodates a wide range of input and output voltages and frequencies; the AD598 can drive an LVDT primary with up to 24 V rms and accept secondary input levels as low as 100 mV rms.
3. The 20 Hz to 20 kHz LVDT excitation frequency is determined by a single external capacitor. The AD598 input signal need not be synchronous with the LVDT primary drive. This means that an external primary excitation, such as the 400 Hz power mains in aircraft, can be used.
4. The AD598 uses a ratiometric decoding scheme such that primary to secondary phase shifts and transducer null voltage have absolutely no effect on overall circuit performance.
5. Multiple LVDTs can be driven by a single AD598, either in series or parallel as long as power dissipation limits are not exceeded. The excitation output is thermally protected.
6. The AD598 may be used in telemetry applications or in hostile environments where the interface electronics may be remote from the LVDT. The AD598 can drive an LVDT at the end of 300 feet of cable, since the circuit is not affected by phase shifts or absolute signal magnitudes. The position output can drive as much as 1000 feet of cable.
7. The AD598 may be used as a loop integrator in the design of simple electromechanical servo loops.

AD598—SPECIFICATIONS

(typical @ +25°C and ±15 V dc, C1 = 0.015 μF, R2 = 80 kΩ, R1 = 2 kΩ, unless otherwise noted. See Figure 7.)

Parameter	AD598J			AD598A			Unit
	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
TRANSFER FUNCTION ¹	$V_{OUT} = \frac{V_A - V_B}{V_A + V_B} \times 500 \mu A \times R2$						V
OVERALL ERROR ² T _{MIN} to T _{MAX}		0.6	2.35		0.6	1.65	% of FS
SIGNAL OUTPUT CHARACTERISTICS							
Output Voltage Range (T _{MIN} to T _{MAX})	±11			±11			V
Output Current (T _{MIN} to T _{MAX})	8			6			mA
Short Circuit Current		20			20		mA
Nonlinearity ³ (T _{MIN} to T _{MAX})		75	±500		75	±500	ppm of FS
Gain Error ¹		0.4	±1		0.4	±1	% of FS
Gain Drift		20	±100		20	±50	ppm/°C of FS
Offset ⁵		0.3	±1		0.3	±1	% of FS
Offset Drift		7	±200		7	±50	ppm/°C of FS
Excitation Voltage Rejection ⁶		100			100		ppm/dB
Power Supply Rejection (±12 V to ±18 V)							
PSRR Gain (T _{MIN} to T _{MAX})	300	100		400	100		ppm/V
PSRR Offset (T _{MIN} to T _{MAX})	100	15		200	15		ppm/V
Common-Mode Rejection (±3 V)							
CMRR Gain (T _{MIN} to T _{MAX})	100	25		200	25		ppm/V
CMRR Offset (T _{MIN} to T _{MAX})	100	6		200	6		ppm/V
Output Ripple ⁷		4			4		mV rms
EXCITATION OUTPUT CHARACTERISTICS (@ 2.5 kHz)							
Excitation Voltage Range	2.1		24	2.1		24	V rms
Excitation Voltage (R1 = Open) ⁸	1.2		2.1	1.2		2.1	V rms
(R1 = 12.7 kΩ) ⁸	2.6		4.1	2.6		4.1	V rms
(R1 = 487 Ω) ⁸	14		20	14		20	V rms
Excitation Voltage TC ⁹		600			600		ppm/°C
Output Current	30			30			mA rms
T _{MIN} to T _{MAX}	12			12			mA rms
Short Circuit Current		60			60		mA
DC Offset Voltage (Differential, R1 = 12.7 kΩ)							
T _{MIN} to T _{MAX}		30	±100		30	±100	mV
Frequency	20		20k	20		20k	Hz
Frequency TC, (R1 = 12.7 kΩ)		200			200		ppm/°C
Total Harmonic Distortion		-50			-50		dB
SIGNAL INPUT CHARACTERISTICS							
Signal Voltage	0.1		3.5	0.1		3.5	V rms
Input Impedance		200			200		kΩ
Input Bias Current (AIN and BIN)		1	5		1	5	μA
Signal Reference Bias Current		2	10		2	10	μA
Excitation Frequency	0		20	0		20	kHz
POWER SUPPLY REQUIREMENTS							
Operating Range	13		36	13		36	V
Dual Supply Operation (±10 V Output)	±13			±13			V
Single Supply Operation							
0 to +10 V Output	17.5			17.5			V
0 to -10 V Output	17.5			17.5			V
Current (No Load at Signal and Excitation Outputs)		12	15		12	15	mA
T _{MIN} to T _{MAX}			16			18	mA
TEMPERATURE RANGE							
JR (SOIC)	0		+70				°C
AD (DIP)				-40		+85	°C
PACKAGE OPTION							
SOIC (R-20)	AD598JR			AD598AD			
Side Braided DIP (D-20)							

NOTES

- ¹ V_A and V_B represent the Mean Average Deviation (MAD) of the detected sine waves. Note that for this Transfer Function to linearly represent positive displacement, the sum of V_A and V_B of the LVDT must remain constant with stroke length. See "Theory of Operation." Also see Figures 7 and 12 for R_2 .
- ²From T_{MIN} to T_{MAX} , the overall error due to the AD598 alone is determined by combining gain error, gain drift and offset drift. For example the worst case overall error for the AD598AD from T_{MIN} to T_{MAX} is calculated as follows: overall error = gain error at +25°C ($\pm 1\%$ full scale) + gain drift from -40°C to +25°C (50 ppm/°C of FS \times +65°C) + offset drift from -40°C to +25°C (50 ppm/°C of FS \times +65°C) = $\pm 1.65\%$ of full scale. Note that 1000 ppm of full scale equals 0.1% of full scale. Full scale is defined as the voltage difference between the maximum positive and maximum negative output.
- ³Nonlinearity of the AD598 only, in units of ppm of full scale. Nonlinearity is defined as the maximum measured deviation of the AD598 output voltage from a straight line. The straight line is determined by connecting the maximum produced full-scale negative voltage with the maximum produced full-scale positive voltage.
- ⁴See Transfer Function.
- ⁵This offset refers to the $(V_A - V_B)/(V_A + V_B)$ input spanning a full-scale range of ± 1 . [For $(V_A - V_B)/(V_A + V_B)$ to equal +1, V_B must equal zero volts; and correspondingly for $(V_A - V_B)/(V_A + V_B)$ to equal -1, V_A must equal zero volts. Note that offset errors do not allow accurate use of zero magnitude inputs, practical inputs are limited to 100 mV rms.] The ± 1 span is a convenient reference point to define offset referred to input. For example, with this input span a value of $R_2 = 20\text{ k}\Omega$ would give V_{OUT} span a value of ± 10 volts. Caution, most LVDTs will typically exercise less of the $((V_A - V_B)/(V_A + V_B))$ input span and thus require a larger value of R_2 to produce the ± 10 V output span. In this case the offset is correspondingly magnified when referred to the output voltage. For example, a Schaevitz E100 LVDT requires 80.2 k Ω for R_2 to produce a ± 10.69 V output and $(V_A - V_B)/(V_A + V_B)$ equals 0.27. This ratio may be determined from the graph shown in Figure 18. $(V_A - V_B)/(V_A + V_B) = (1.71\text{ V rms} - 0.99\text{ V rms}) / (1.71\text{ V rms} + 0.99\text{ V rms})$. The maximum offset value referred to the ± 10.69 V output may be determined by multiplying the maximum value shown in the data sheet ($\pm 1\%$ of FS by 1/0.27 which equals $\pm 3.7\%$ maximum. Similarly, to determine the maximum values of offset drift, offset CMRR and offset PSRR when referred to the ± 10.69 V output, these data sheet values should also be multiplied by (1/0.27). For this example for the AD598AD the maximum values of offset drift, PSRR offset and CMRR offset would be: 185 ppm/°C of FS; 741 ppm/V and 741 ppm/V respectively when referred to the ± 10.69 V output.
- ⁶For example, if the excitation to the primary changes by 1 dB, the gain of the system will change by typically 100 ppm.
- ⁷Output ripple is a function of the AD598 bandwidth determined by C2, C3 and C4. See Figures 16 and 17.
- ⁸ R_1 is shown in Figures 7 and 12.
- ⁹Excitation voltage drift is not an important specification because of the ratiometric operation of the AD598.

Specifications subject to change without notice.

Specifications shown in boldface are tested on all production units at final electrical test. Results from those tested are used to calculate outgoing quality levels. All min and max specifications are guaranteed, although only those shown in boldface are tested on all production units.

THERMAL CHARACTERISTICS

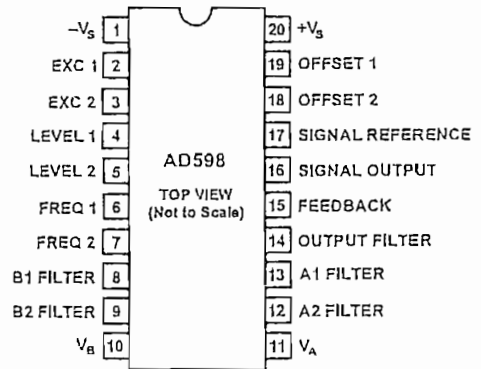
	θ_{JC}	θ_{JA}
SOIC Package	22°C/W	80°C/W
Side Brazed Package	25°C/W	85°C/W

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Total Supply Voltage $+V_S$ to $-V_S$	+36 V
Storage Temperature Range	
R Package	-65°C to +150°C
D Package	-65°C to +150°C
Operating Temperature Range	
AD598JR	0°C to +70°C
AD598AD	-40°C to +85°C
Lead Temperature Range (Soldering 60 sec)	+300°C
Power Dissipation U_p to +65°C	1.2 W
Derates Above +65°C	12 mW/°C

ORDERING GUIDE

Model	Temperature Range	Package Description	Package Option
AD598JR	0°C to +70°C	SOIC	R-20
AD598AD	-40°C to +85°C	Ceramic DIP	D-20



ANEXO E

HOJAS DE ESPECIFICACIONES DEL INTEGRADO

LM 35

LM35/LM35A/LM35C/LM35CA/LM35D Precision Centigrade Temperature Sensors

General Description

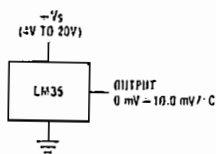
The LM35 series are precision integrated-circuit temperature sensors, whose output voltage is linearly proportional to the Celsius (Centigrade) temperature. The LM35 thus has an advantage over linear temperature sensors calibrated in ° Kelvin, as the user is not required to subtract a large constant voltage from its output to obtain convenient Centigrade scaling. The LM35 does not require any external calibration or trimming to provide typical accuracies of $\pm 1/4^\circ\text{C}$ at room temperature and $\pm 3/4^\circ\text{C}$ over a full -55 to $+150^\circ\text{C}$ temperature range. Low cost is assured by trimming and calibration at the wafer level. The LM35's low output impedance, linear output, and precise inherent calibration make interfacing to readout or control circuitry especially easy. It can be used with single power supplies, or with plus and minus supplies. As it draws only $60\ \mu\text{A}$ from its supply, it has very low self-heating, less than 0.1°C in still air. The LM35 is rated to operate over a -55° to $+150^\circ\text{C}$ temperature range, while the LM35C is rated for a -40° to $+110^\circ\text{C}$ range (-10° with improved accuracy). The LM35 series is available packaged in

hermetic TO-46 transistor packages, while the LM35C, LM35CA, and LM35D are also available in the plastic TO-92 transistor package. The LM35D is also available in an 8-lead surface mount small outline package and a plastic TO-220 package.

Features

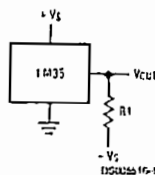
- Calibrated directly in ° Celsius (Centigrade)
- Linear + 10.0 mV/°C scale factor
- 0.5°C accuracy guaranteeable (at $+25^\circ\text{C}$)
- Rated for full -55° to $+150^\circ\text{C}$ range
- Suitable for remote applications
- Low cost due to wafer-level trimming
- Operates from 4 to 30 volts
- Less than $60\ \mu\text{A}$ current drain
- Low self-heating, 0.08°C in still air
- Nonlinearity only $\pm 1/4^\circ\text{C}$ typical
- Low impedance output, $0.1\ \Omega$ for 1 mA load

Typical Applications



DS005516-1

FIGURE 1. Basic Centigrade Temperature Sensor
($+2^\circ\text{C}$ to $+150^\circ\text{C}$)

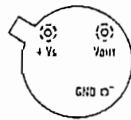


Choose $R_1 = -V_S/50\ \mu\text{A}$
 $V_{OUT} = +1.500\ \text{mV}$ at $+150^\circ\text{C}$
 $= +250\ \text{mV}$ at $+25^\circ\text{C}$
 $= -550\ \text{mV}$ at -55°C

FIGURE 2. Full-Range Centigrade Temperature Sensor

Connection Diagrams

TO-18
Metal Can Package*



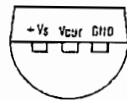
BOTTOM VIEW
DS00516-1

*Case is connected to negative pin (GND)

Order Number LM35H, LM35AH, LM35CH, LM35CAH or LM35DH

See NS Package Number H03H

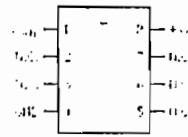
TO-92
Plastic Package



BOTTOM VIEW
DS00516-2

Order Number LM35CZ, LM35CAZ or LM35DZ
See NS Package Number Z03A

SO-8
Small Outline Molded Package

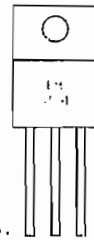


DS00516-3

NC = No Connection

Top View
Order Number LM35DM
See NS Package Number M08A

TO-220
Plastic Package*



DS00516-4

*Tab is connected to the negative pin (GND)

Note: The LM35DT pinout is different than the discontinued LM35DP

Order Number LM35DT
See NS Package Number TA03F

ANEXO F

HOJAS DE INSTRUCCIONES PARA EL DISPLAY DE
CRISTAL LÍQUIDO (LCD)

OPERATING INSTRUCTIONS

INTRODUCTION

Seiko Instruments intelligent dot matrix liquid crystal display modules have on-board controller and LSI drivers, which display alpha numerics, Japanese KATA KANA characters and a wide variety of other symbols in either 5 x 7 dot matrix.

The internal operation in the KS0066 controller chip is determined by signals sent from the MPU. The signals

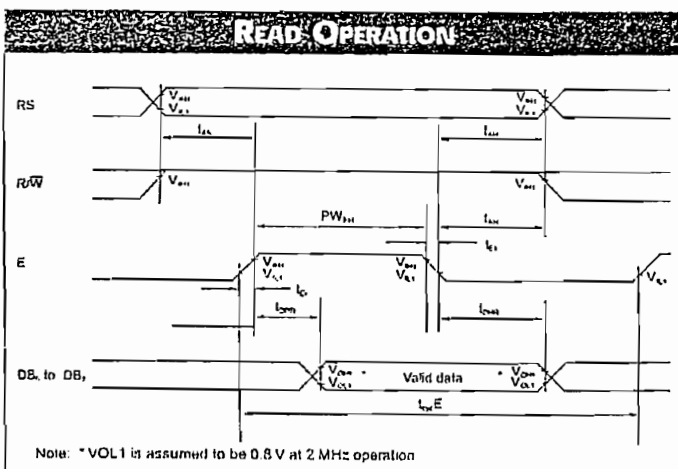
include: 1) Register select RS input consisting of instruction register (IR) when RS = 0 and data register (DR) when RS = 1; 2) Read/write (R/W); 3) Data bus (DB7~ DB0); and 4) Enable strobe (E) depending on the MPU or through an external parallel I/O port. Details on instructions data entry, execution times, etc. are explained in the following sections.

READ AND WRITE TIMING DIAGRAMS AND TABLES

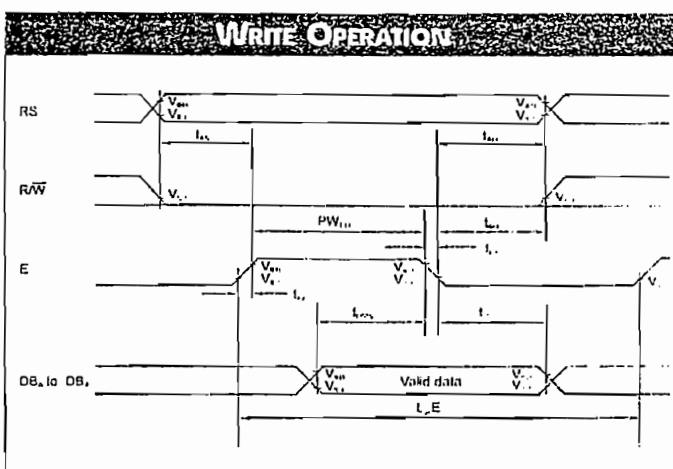
The following timing characteristics are applicable for all of Seiko's LCD dot matrix character modules.

READ TIMING CHARACTERISTICS				
$V_{DD}=5.0V \pm 5\%$, $V_{SS}=0V$, $T=0^{\circ}C$ to $50^{\circ}C$				
Item	Symbol	Standard		Unit
		Min.	Max.	
Enable cycle time	t_{CYCE}	500	—	ns
Enable pulse width High Level	PW_{EH}	230	—	ns
Enable rise and fall time	t_{ER}, t_{EF}	—	20	ns
Address setup time RS,RW—E	t_{AS}	40	—	ns
Address hold time	t_{AH}	10	—	ns
Data delay time	t_{DDR}	—	160	ns
Data hold time	t_H	5	—	ns

WRITE TIMING CHARACTERISTICS				
$V_{DD}=5.0V \pm 5\%$, $V_{SS}=0V$, $T=0^{\circ}C$ to $50^{\circ}C$				
Item	Symbol	Standard		Unit
		Min.	Max.	
Enable cycle time	t_{CYCE}	500	—	ns
Enable pulse width High Level	PW_{EH}	230	—	ns
Enable rise and fall time	t_{ER}, t_{EF}	—	20	ns
Address setup time RS,RW—E	t_{AS}	40	—	ns
Address hold time	t_{AH}	10	—	ns
Data setup time	t_{DSW}	80	—	ns
Data hold time	t_H	10	—	ns



DATA READ FROM MODULE TO MPU



DATA WRITE FROM MPU TO MODULE

Note: *VOL1 is assumed to be 0.8 V at 2 MHz operation

OPERATING INSTRUCTIONS

INTRODUCTION CODES

Instructions	Set		Instruction Code								Description	Execution Time (when f_{clk} or f_{osc} is 250 kHz)	
	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0			
Clear Display	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Clears all display memory and returns the cursor to the home position (Address 0).	82 μ s - 1.64ms
Return Home	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-	Returns the cursor to the home position (Address 0) shifted to the original position. DD RAM contents remain unchanged.	40 μ s - 1.6ms
Entry Mode Set	0	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S	Sets the cursor move direction and specifies to or not to shift the display. These operations write and read.	40 μ s - 1.64ms
Display ON/OFF Control	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	-	(D) is display ON/OFF control; memory remains unchanged in OFF condition. (C) cursor ON/OFF (B) blinking cursor.	40 μ s
Cursor or Display Shift	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	-	-	-	Moves the cursor and shifts the display without changing DD RAM contents.	40 μ s
Function Set	0	0	0	0	1	DL	N	F	-	-	-	Sets interface data length (DL), number of display lines (N), and character font (F).	40 μ s
Set CG RAM Address	0	0	0	1	A _{CG}						Sets the CG RAM address. CG RAM data is sent and received after this setting.	40 μ s	
Set DD RAM Address	0	0	1	A _{DD}						Sets the DD RAM address. DD RAM data is sent and received after this setting.	40 μ s		
Read Busy Flag & Address	0	1	BF	AC						Reads Busy Flag (BF) indicating internal operation is being performed and reads address counter contents.	1 μ s		
Write Data to CG or to DD RAM	1	0	Write Data								Writes data into DD RAM or CG RAM.	40 μ s	
Read Data from CG or DD RAM	1	1	Read Data								Reads data from DD RAM or CG RAM.	40 μ s	

* Doesn't matter

DD RAM: Display data RAM

CG RAM: Character generator RAM

A_{CG}: CG RAM address

A_{DD}: DD RAM address corresponds to cursor address

A_C: Address counter used for both DD RAM and CG RAM address

I/D = 1: Increment

I/D = 0: Decrement

S = 1: Display shift

S = 0: No display shift

D = 1: Display ON

D = 0: Display OFF

C = 1: Cursor ON

C = 0: Cursor OFF

B = 1: Blink ON

B = 0: Blink OFF

S/C = 1: Display shift

S/C = 0: Cursor movement

BF = 1: Internal operation in progress

BF = 0: Instruction can be accepted

R/L = 1: Right shift

R/L = 0: Left shift

DL = 1: 8 bits

DL = 0: 4 bits

N = 1: 2 lines (L1671)

F = 0: 5 x 7 dot matrix

Execution times in the above table indicate the minimum values when operating frequency is 250 kHz.

When f_{clk} is 270 kHz: $40\mu s \times 250/250 = 37\mu s$

OPERATING INSTRUCTIONS

EXAMPLES OF 8-BIT AND 4-BIT DATA TRANSFER OPERATION

DISPLAY INITIALIZATION

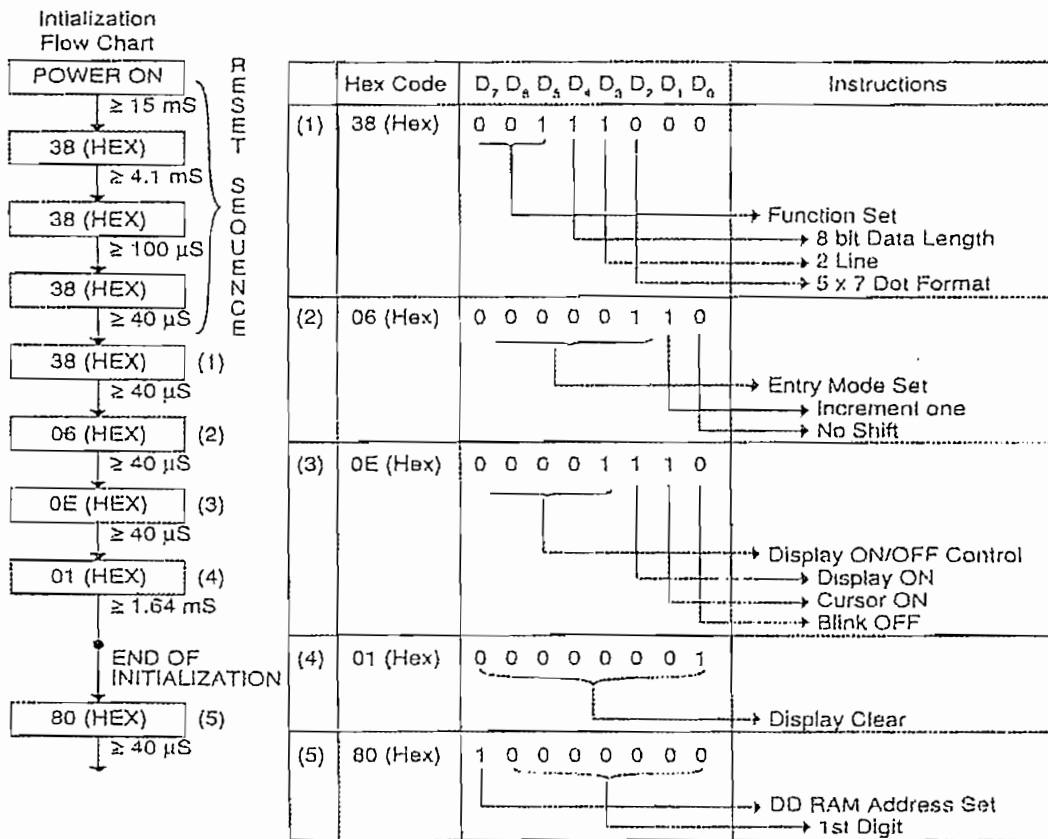
Each time the module is turned on or reset, an initialization procedure must be executed. The procedure consists of sending a sequence of hex codes from the microprocessor or parallel I/O port. The initialization sequence turns on the cursor, clears the display, and sets the module onto an auto-increment mode.

The initial hex code 30, 34, or 38 is sent two or more times to ensure the module enters the 8-bit or 4-bit data

mode. All the initialization sequences are performed under the condition of Register Select (RS) = 0 (low) and Read/Write (R/W) = 0 (low).

The 4-bit data bus microcontroller may operate the display module by sending the initialization sequence in 4-bit format. Since 4-bit operation requires the data to be sent twice over the higher 4-bit bus lines (D4-D7), memory requirements are doubled.

A. EXAMPLE FOR THE MODULE WITH 5 x 7 Character Format Under 8-Bit Data Transfer

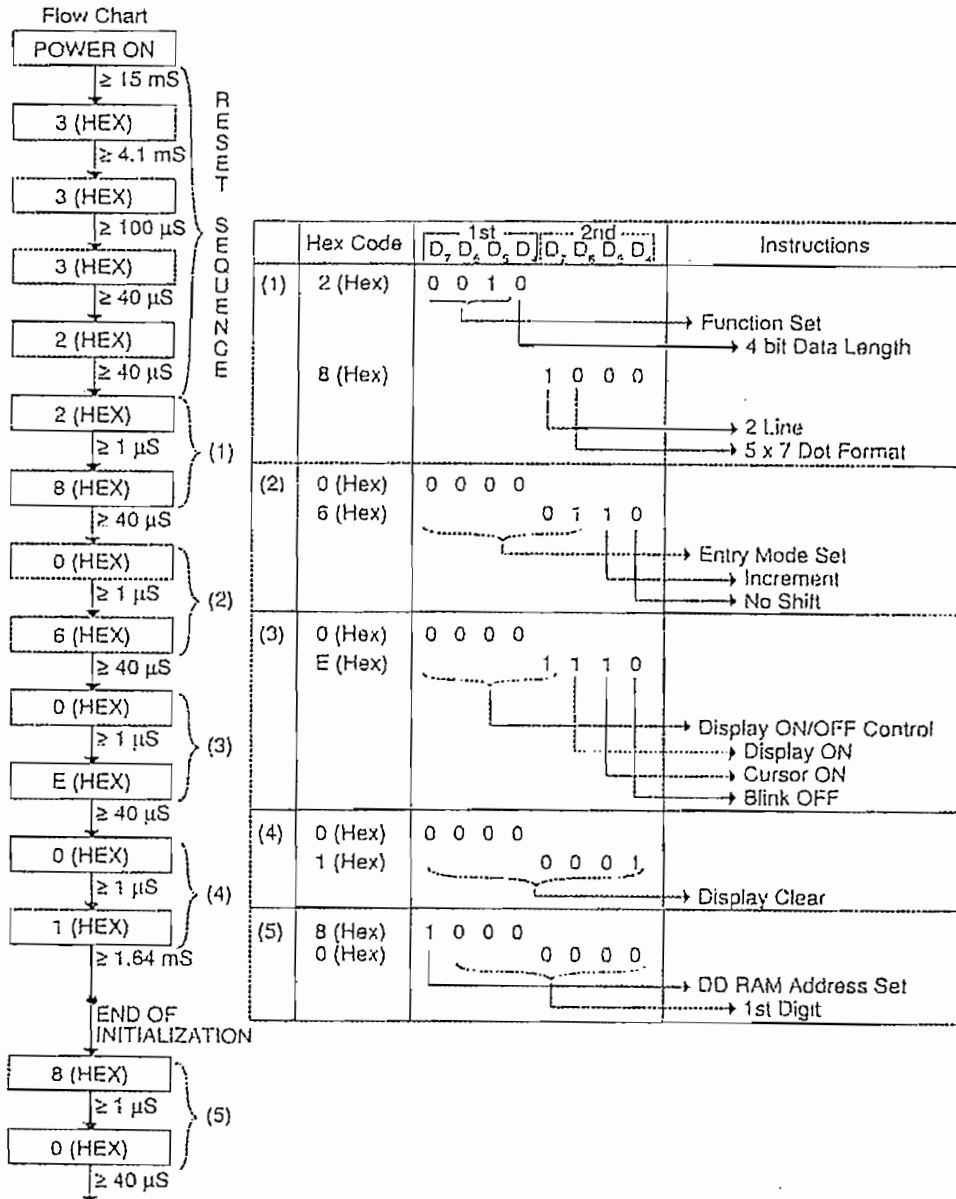


- Note:
- Both RS and R/W terminals shall be "0" in this sequence.
 - RS, R/W and Data are latched at the falling edge of the Enable signal, (falling edge is typically 10nSec; Max: 20nSec).
 - L4044 has to be initialized on E1 and E2 respectively.

OPERATING INSTRUCTIONS

EXAMPLES OF 8-BIT AND 4-BIT DATA TRANSFER OPERATION

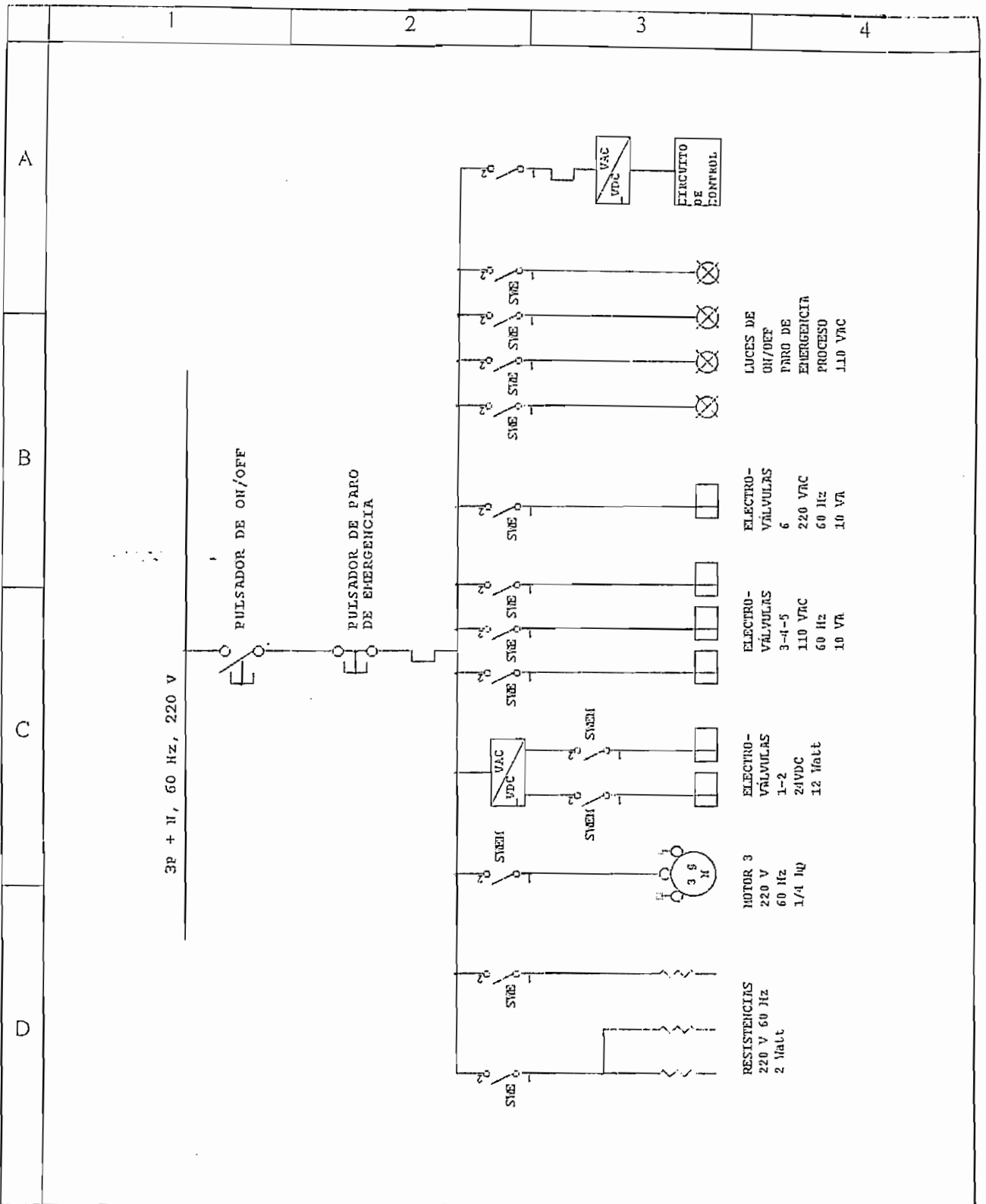
B. EXAMPLE FOR THE MODULE WITH 5 x 7 Character Format Under 4-Bit Data Transfer



- Note:
- Both RS and R/W terminals shall be "0" in this sequence.
 - RS, R/W and Data are latched at the falling edge of the Enable signal,
 - Enable signal has to be sent after every 4-bit Data transfer.

ANEXO G

DIAGRAMAS DE CONEXIONES DE LAS TARJETAS DE
CONTROL Y DE LOS COMPONENTES DE LA MÁQUINA



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y CONTROL

Título: DIAGRAMA UNIFILAR DE CONEXIONES DE
LOS ELEMENTOS DE LA MÁQUINA

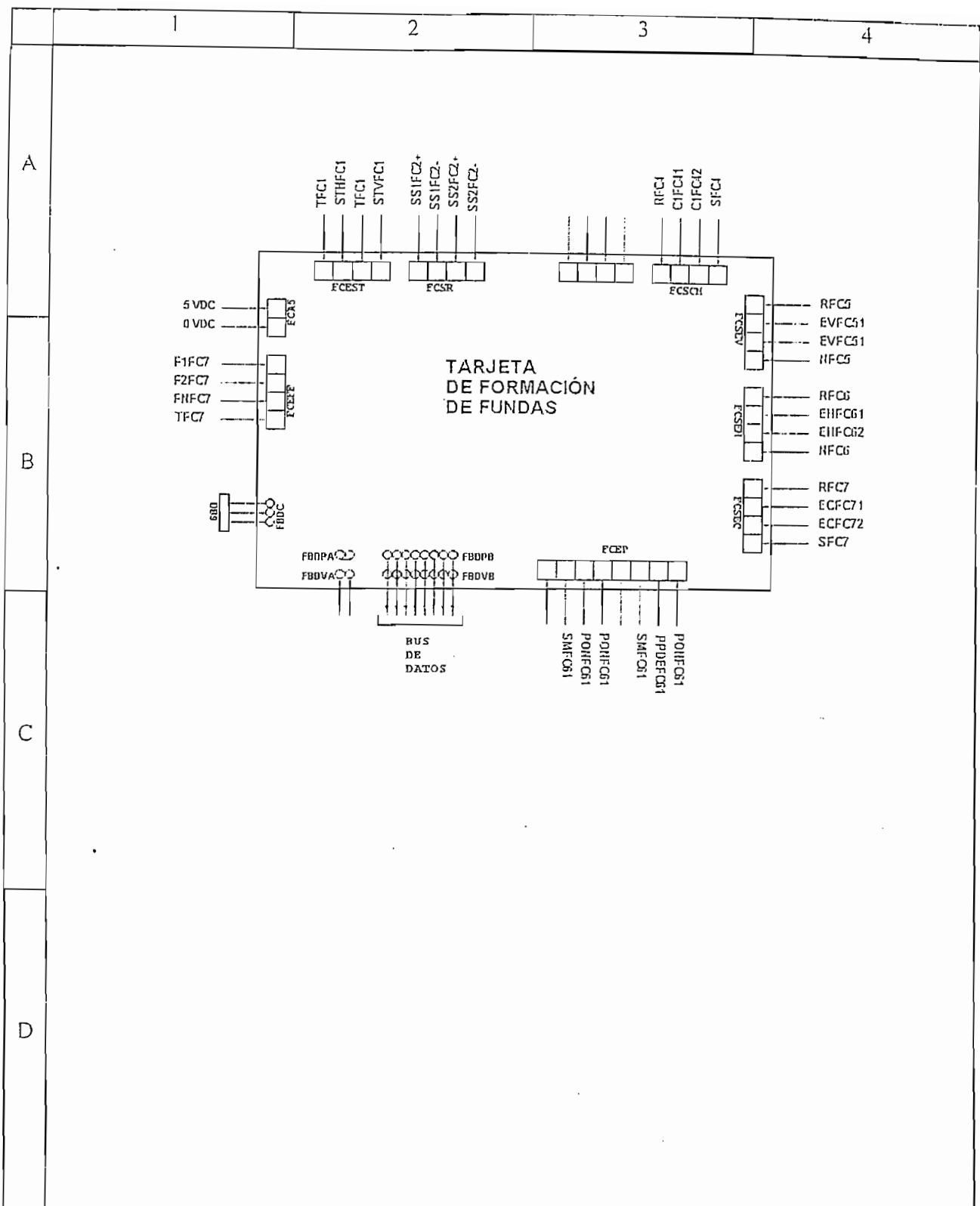
AUTOMATIZACIÓN DE UNA
EMPACADORA DE GRANO
SECO

Fecha:
16/03/05

Lámina N°:

NOMENCLATURA DE LOS CONECTORES DE LAS TARJETAS DE CONTROL

Nomenclatura		
1ra Letra	2da y 3 letra	4ta y 5ta letra
Nombre de la tarjeta	Tipo de conector	Nombre del elemento. fase. voltaje.
<ul style="list-style-type: none"> - Formación de fundas: F - Ingreso y visualización: V - Ponderación: P - Detección de Fases: D - Acondicionar Temperatura: A - Acondicionar Peso: L 	<ul style="list-style-type: none"> - Conector de entrada: CE - Conector de salida: CS - Bus de datos: BD - Alimentación: CA 	<ul style="list-style-type: none"> - Fases: R, S, T. - Voltaje + 5 Vdc: 5 - Voltaje \pm 12 Vdc: 12 - Voltaje \pm 15 Vdc: 15 - Sensor temperatura: ST - Electroválvulas: E - Falta de fases: FF - Ponderación: P - Luces: L - Visualizador: V - LCD : D - Transformador: T - LVDT: DT



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y CONTROL

Título: CONEXIONES DE LA TARJETA DE FORMACIÓN DE FUNDAS

AUTOMATIZACIÓN DE UNA MÁQUINA PARA ENFUNDAR GRANO SECO

Fecha:
16/03/05

Lámina N°:

1

2

3

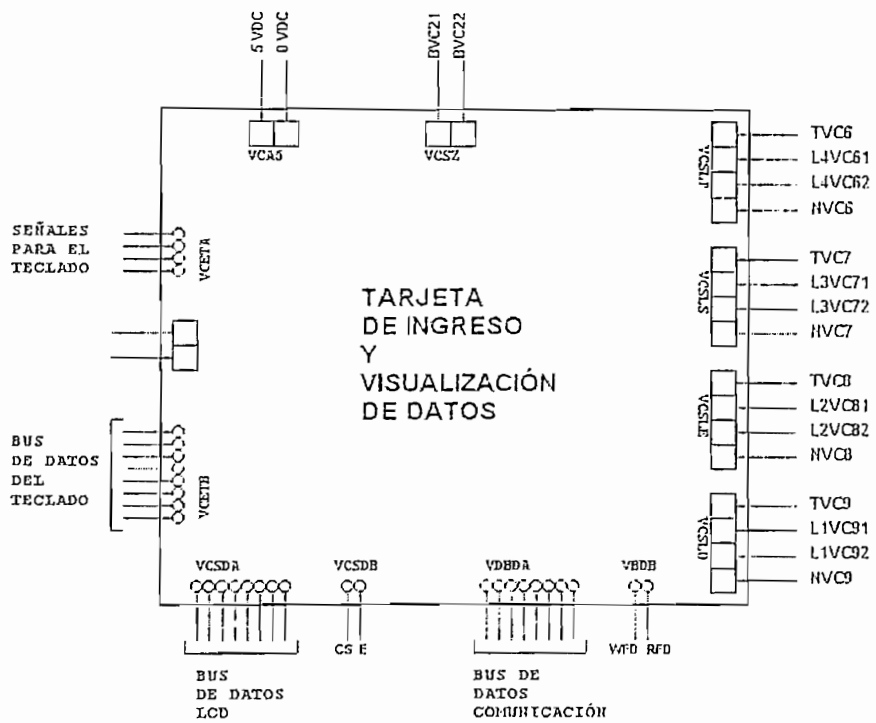
4

A

B

C

D



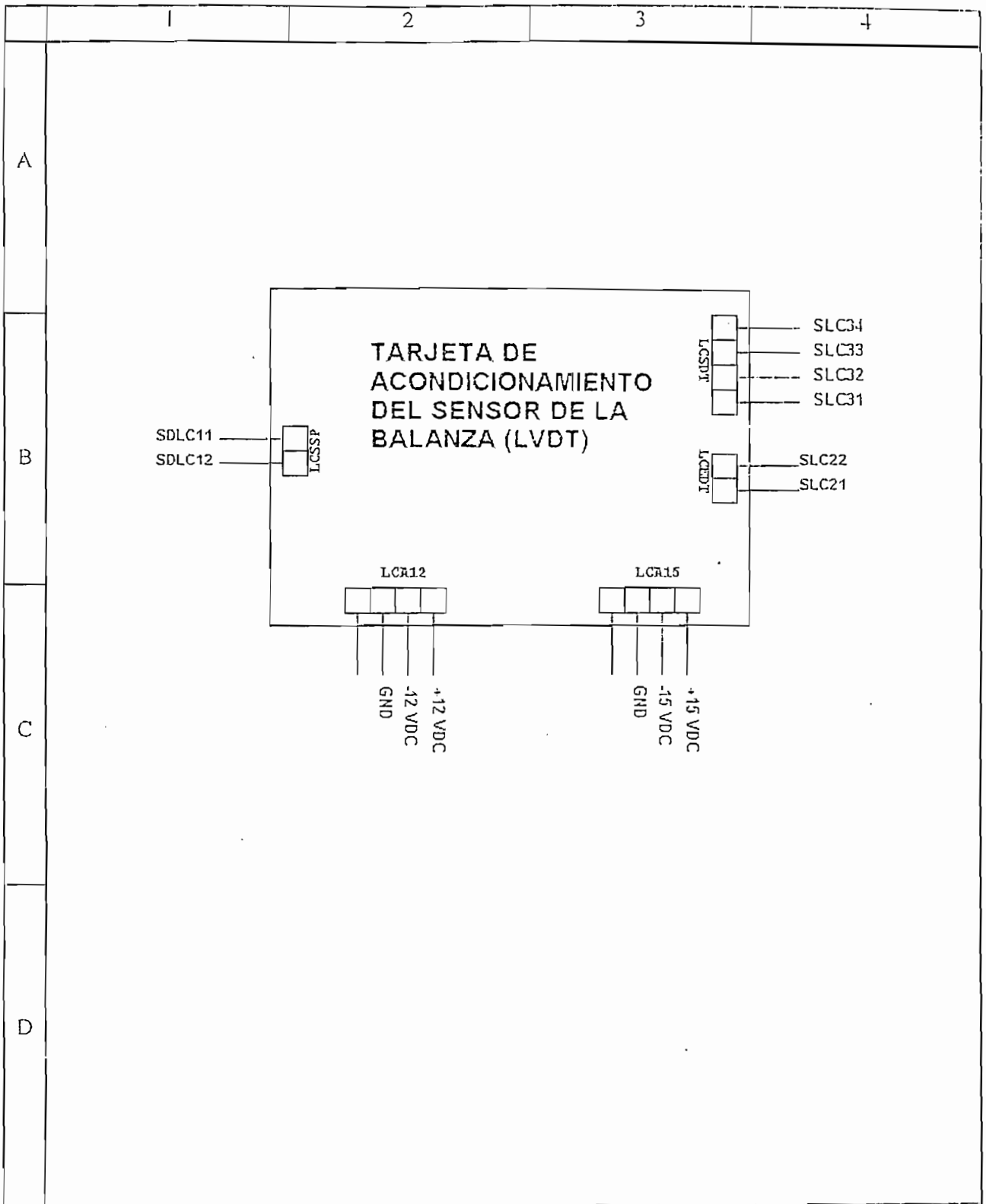
**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y CONTROL**

Título: CONEXIONES DE LA TARJETA DE INGRESO Y VISUALIZACIÓN DE DATOS

AUTOMATIZACIÓN DE UNA MÁQUINA PARA ENFUNDAR GRANO SECO

Fecha:
16/03/05

Lámina N°:



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y CONTROL

Título: CONEXIONES DE LA TARJETA DE ACONDICIONAMIENTO DEL SENSOR DE LA BALANZA (LVDT)

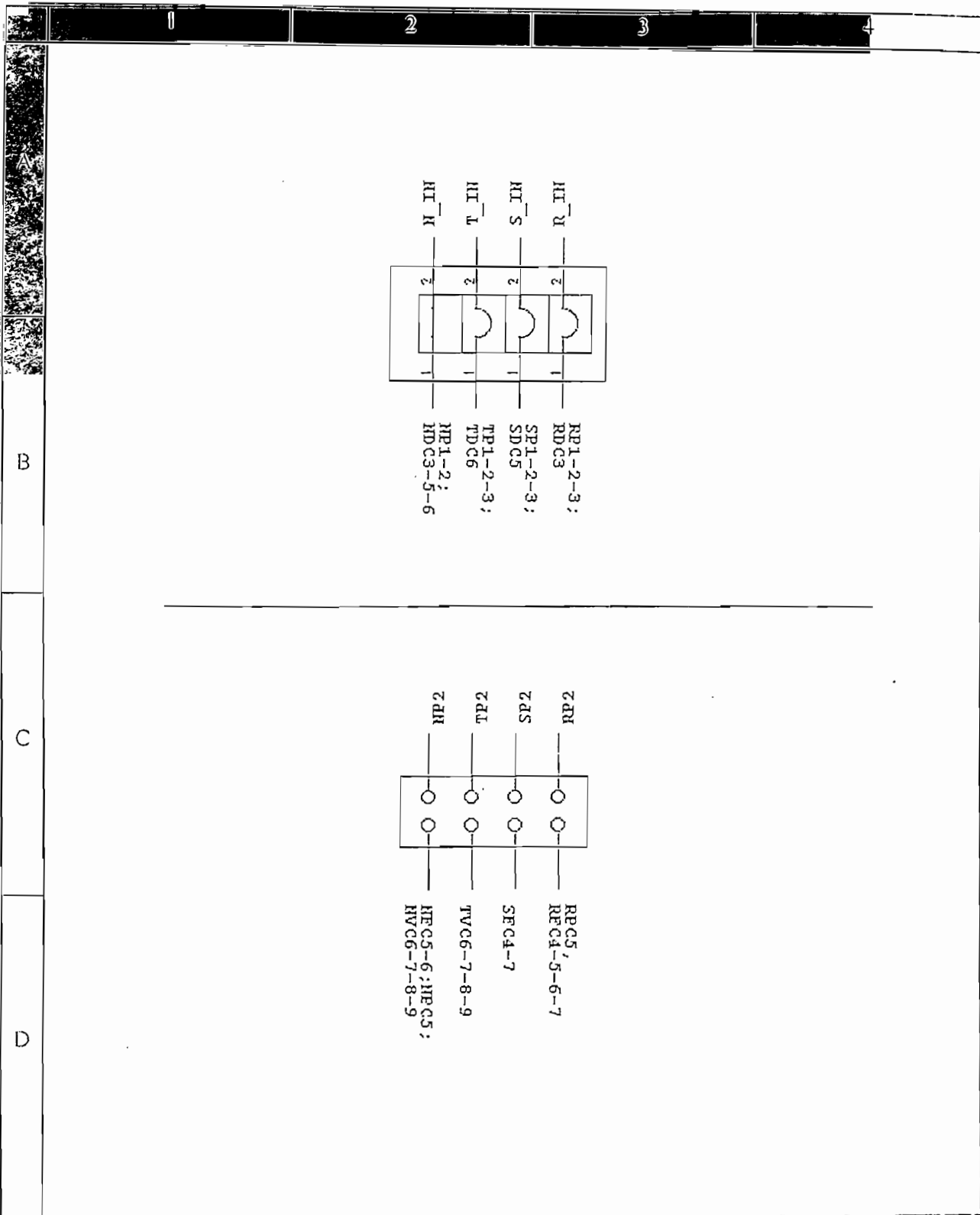
AUTOMATIZACIÓN DE UNA MÁQUINA PARA ENFUNDAR GRANO SECO

Fecha:
16/03/05

Lámina N°:

NOMENCLATURA DE LAS REGLETAS DE CONECCIÓN DE LA MÁQUINA

Nomenclatura	
1ra Letra	2da y 3ra Letra
Nombre general del elemento a conectarse	Especificaciones del elemento a conectarse
<ul style="list-style-type: none"> - Transformador: G - Matrices: M - Control: C - Fases: R, S, T. - Electroválvulas: E - Switch electrónico: S - Luces: L - Fotorresistencia: F - LVDT: D - Cable UTP: U 	<ul style="list-style-type: none"> - Voltaje 24 Vac: 24 - Voltaje 15 Vac: 15 - Fase: R, S, T. - Soldado vertical: SV - Soldado Horizontal: SH - Cuchilla: C - Compuerta Balanza: CB - Paleta distribución: PD - Compuerta de Paso: CP - Números en cables: 1, 2, 3, etc.



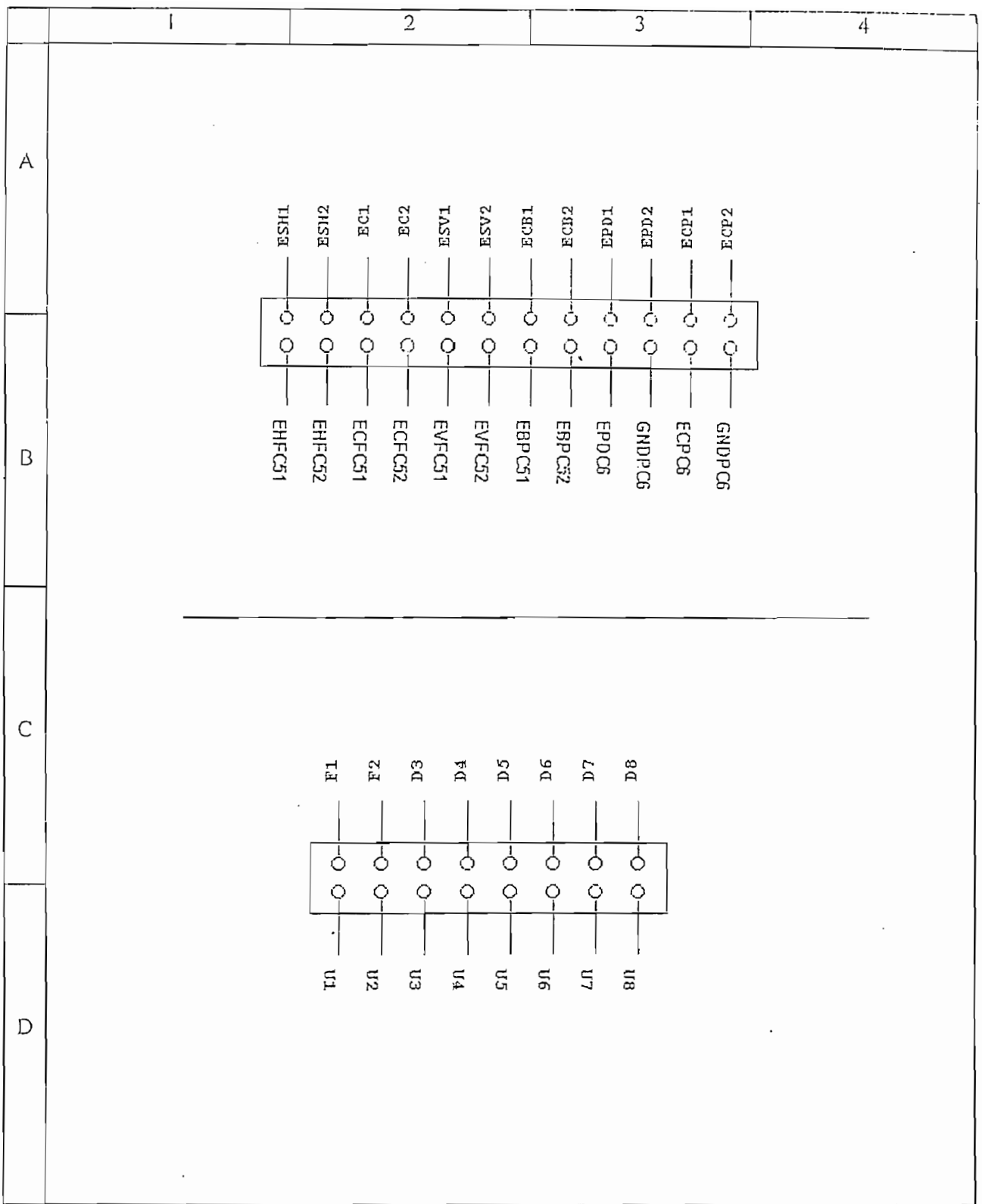
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y CONTROL

Título: **CONEXIONES DE LAS PROTECCIONES DE LA MÁQUINA Y DE LA REGLETA DE FASES**

AUTOMATIZACIÓN DE UNA
MÁQUINA PARA ENFUNDAR
GRANO SECO

Fecha:
16/ 03 /05

Lámina N°:



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y CONTROL

Título: CONEXIONES DE LA REGLETA DE LAS DE
LAS ELECTROVÁLVULAS Y DE LA REGLETA
DEL SENSOR DE LA BALANZA

AUTOMATIZACIÓN DE UNA
MÁQUINA PARA ENFUNDAR
GRANO SECO

Fecha:
 16/ 03 /05

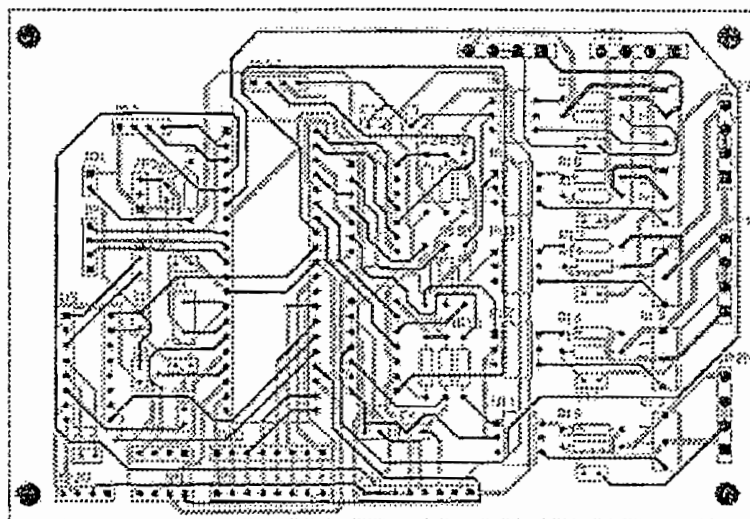
Lámina N°:

ANEXO H

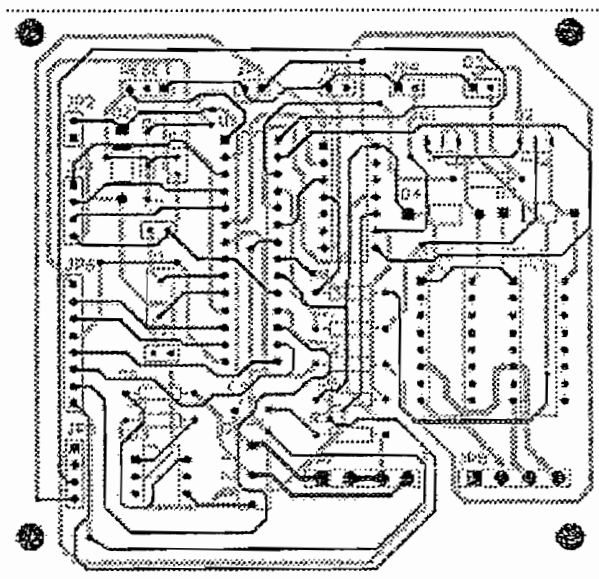
RUTEADOS DE LAS TARJETAS DEL SISTEMA DE CONTROL

RUTEADO DE LAS TARJETAS DEL SISTEMA DE CONTROL GERNERAL

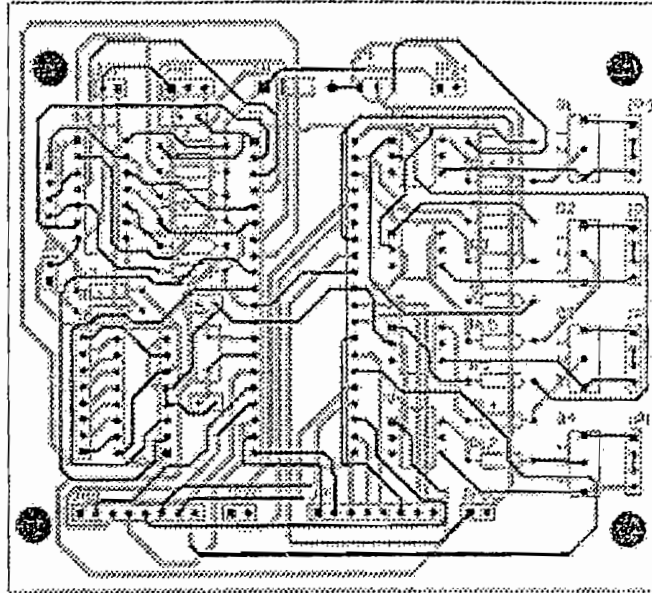
TARJETA CENTRAL DEL CONJUNTO DE FORMACIÓN DE FUNDAS



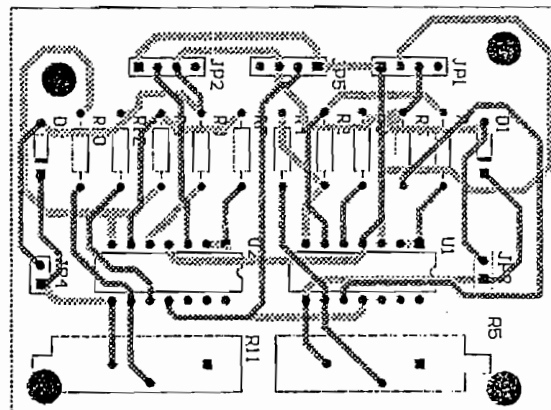
TARJETA CENTRAL DEL CONJUNTO DE PONDERACIÓN



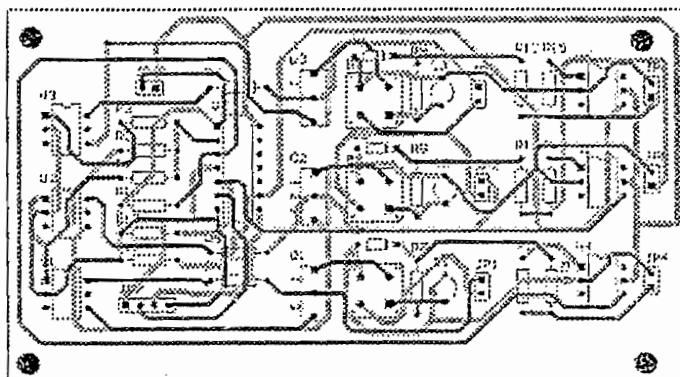
TARJETA CENTRAL DEL CONJUNTO DE INGRESO Y VISUALIZACIÓN DE DATOS



TARJETA DE ACONDICIONAMIENTO DE TEMPERTAURA



TARJETA DE DETECCIÓN DE FASES



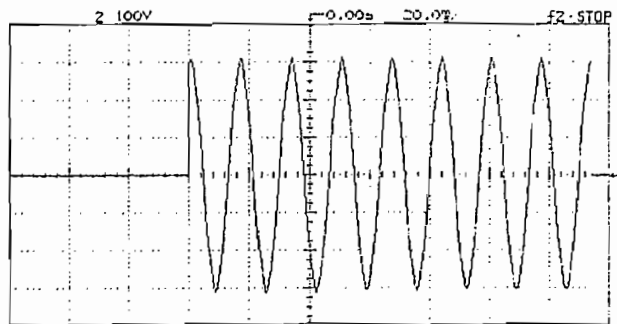
ANEXO I

GRÁFICAS DE UNA CARGA INDUCTIVA MANEJADAS
CON UN SWITCH ELECTRÓNICO (TRIAC)

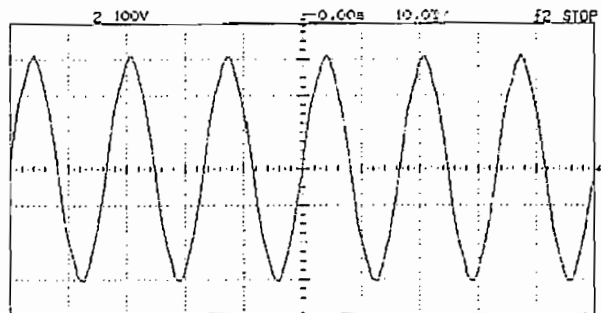
GRAFICAS DE UNA CARGA INDUCTIVA MANEJADAS CON UN SWITCH ELECTRÓNICO (TRIAC).

En paralelo a la carga esta colocado una resistencia de 150 ohm y un capacitor de 0.047 uF

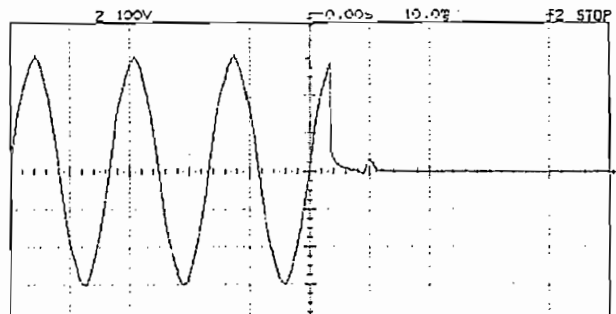
➤ Cuando se enciende



➤ Funcionamiento normal



➤ Cuando se apaga



MANUAL DEL TECNICO

Y

MANUAL DEL OPERADOR

1. DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA

Es una máquina vertical para formar - llenar - soldar fundas en interfase con un sistema de ponderación. Un panel de operador o un computador controla todas las funciones de la máquina.

La fabricación de fundas se la realiza en varios tamaños va acorde al peso que se quiere realizar. Además tiene una velocidad de producción limitada por el sistema de ponderación y el sistema de arrastre de la lámina de polietileno. El sistema de ponderación está diseñado para operar con grano seco de pequeño volumen.

1.1 ESPECIFICACIONES DE LA MÁQUINA

1.1.1 Rendimiento

Velocidad		
Tamaño de la máquina		

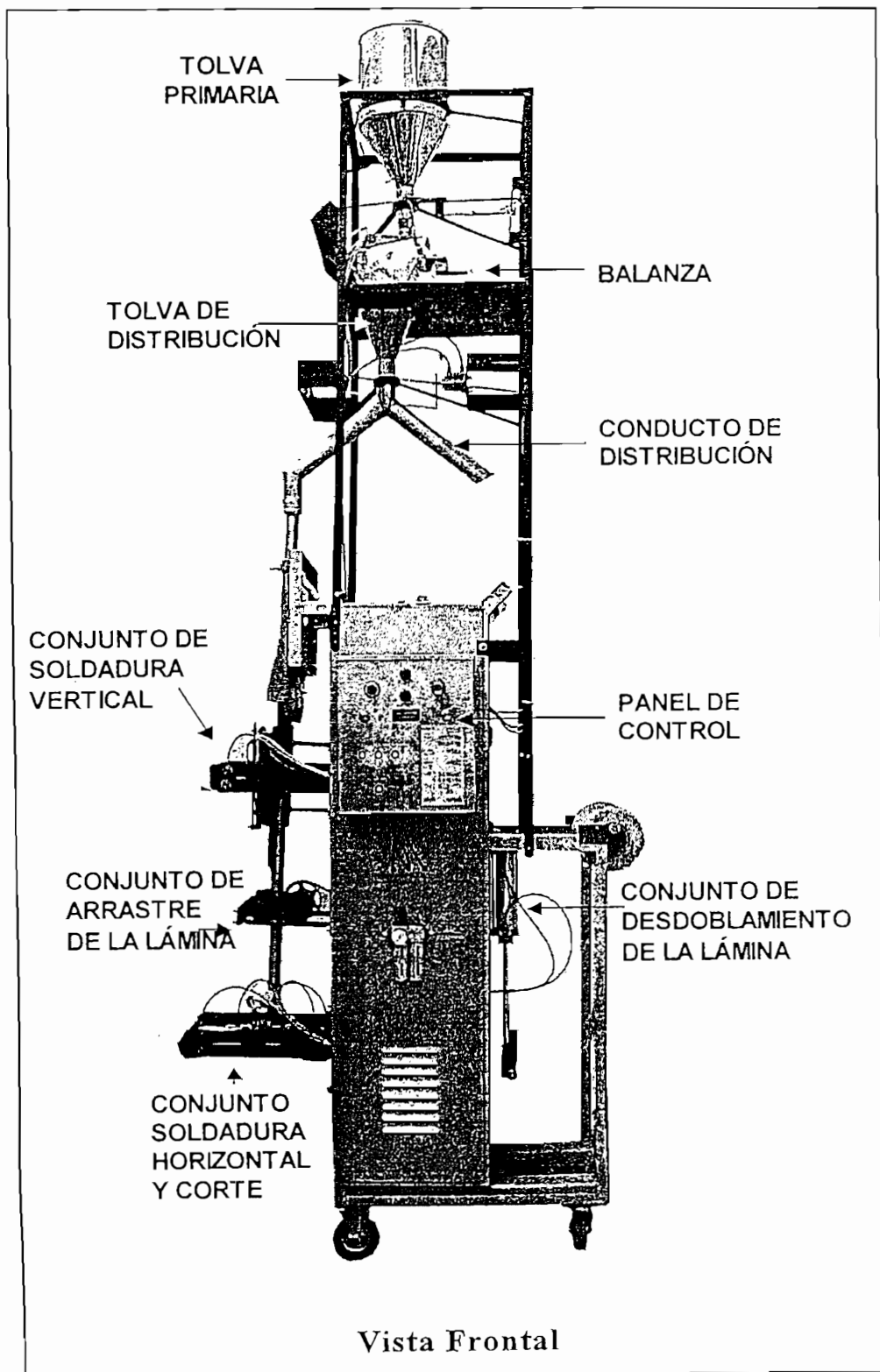
Nota: Las especificaciones de velocidad dependen del tamaño de funda y peso del producto.

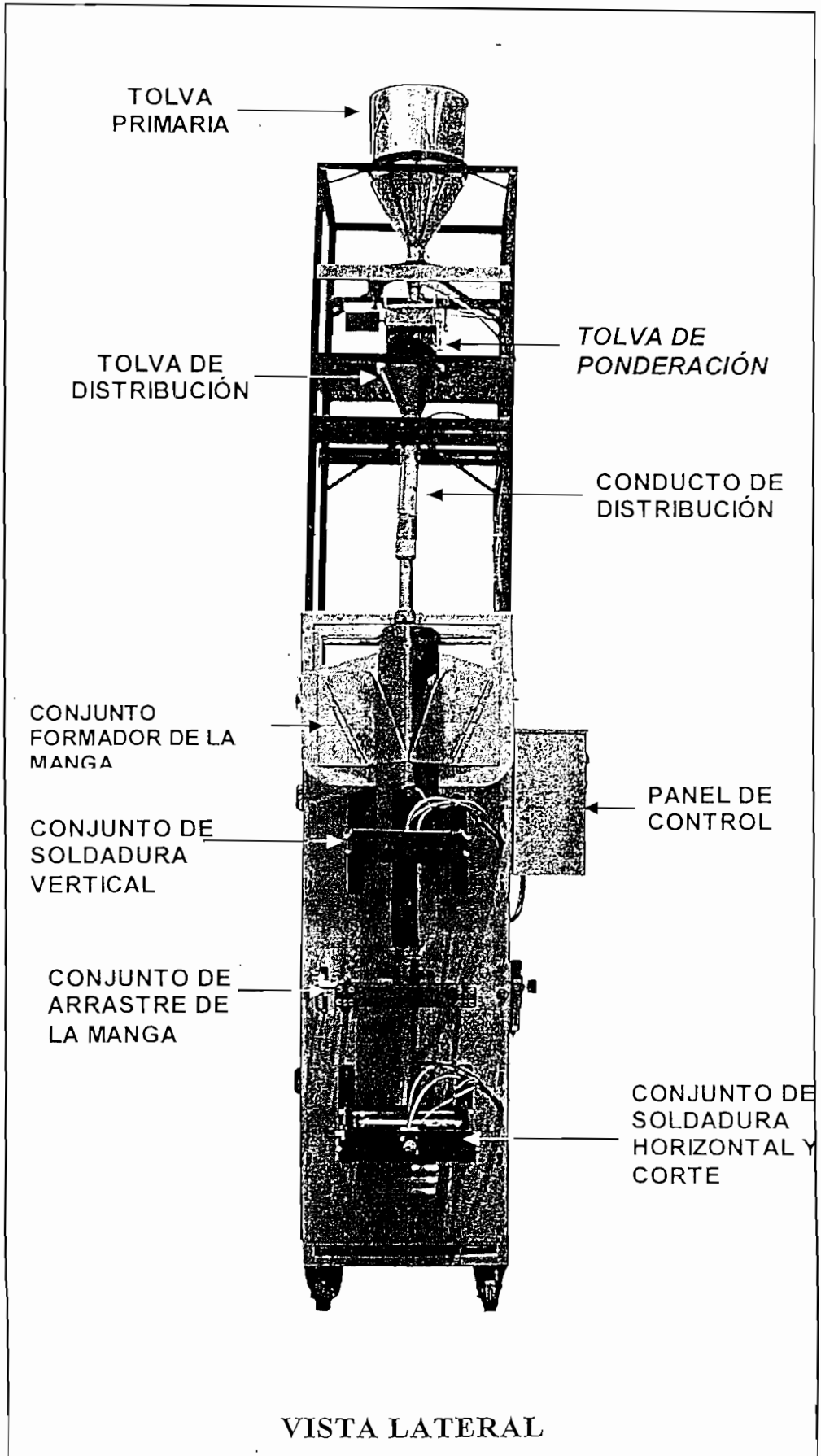
1.1.2 CONDICIONES DE OPERACIÓN

Voltaje de alimentación	El voltaje es de 220 V AC , trifásico, 60 Hz, a 4 cables (3 líneas de voltaje y una tierra). Se requiere neutro para electroválvulas y sistema de control que necesita 110 VAC.
Aire comprimido	Min 6 bar
Temperatura	Ambiente normal 10 a 35 °C
Alimentación del grano	De forma continua cuando este bajo en la tolva primaria.
Tamaño del grano	5 mm de diámetro axial.

2. COMPONENTES Y FUNCIONES

2.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES BÁSICOS





2.2 FUNCIONES DE LOS COMPONENTES BÁSICOS

2.2.1 COMPONENTES DEL SISTEMA DE FABRICACIÓN DE FUNDAS

- > **Conjunto Formador De La Manga**
Se utiliza para dar forma tubular al material antes de llenar, soldar y cortar la funda.
- > **Conjunto De Soldado Vertical**
Es para soldar la parte posterior de la funda después de darle forma tubular al material.
- > **Conjunto De Soldado Horizontal Y Corte De La Funda**
Éste se usa para cerrar la funda, soldar la base y cortar a la misma.

2.2.2 COMPONENTES DEL SISTEMA DE ARRASTRE DE LA LÁMINA DE POLIETILENO

- > **Conjunto Para Desenrollar La Lámina De Polietileno.**
Como su nombre lo indica permite desenrollar en forma suave el material manteniendo la debida tensión y alineamiento.
- > **Conjunto De Arrastre.**
Permite arrastrar la manga de polietileno para poder soldar y cortarla.

2.2.3 COMPONENTES DEL SISTEMA DE PONDERACIÓN

- > **Conjunto De Dosificación**
Se adaptó parte de un dosificador gravimétrico por pérdida de peso el cual sirve para ponderar el producto a enfundar.
- > **Conjunto De Distribución Del Producto**
Es un implemento mecánico que conduce el grano a enfundar o a desfogar.

2.2.4 COMPONENTES DEL SISTEMA ELÉCTRICO

➤ Consola Eléctrica De Potencia

Tiene su acceso por la parte posterior de la máquina y contiene el suministro eléctrico trifásico (220 Vac), los relés de estado sólido para las resistencias de calentamiento, el panel de fusibles, el contactor del motor, las electroválvulas del sistema de fabricación de fundas y de ponderación .

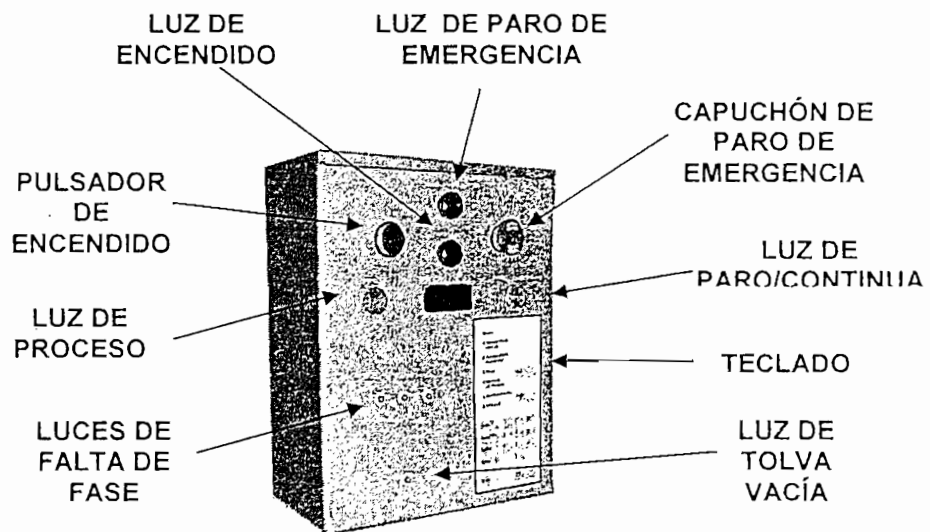
➤ Consola Eléctrica De Control

Está montada al frente de la máquina y tiene las tarjetas electrónicas de control y el suministro de energía de 24, +12, -12, +5, -5 V DC.

3. CONTROLES DEL OPERADOR

3.1 PANEL DE CONTROL

3.1.1 DISTRIBUCIÓN DEL PANEL DE CONTROL



3.1.2 DESCRIPCIONES Y FUNCIONES DE CADA UNA DE LAS PARTES DEL PANEL

El panel de control está fijado a la parte delantera de la consola eléctrica de control. Consta de: pulsador de ON/OFF, un capuchón de paro de emergencia, un display de cristal líquido (LCD), un teclado, una lámpara

de encendido, una de alarma, una de proceso, una de pausa y una serie de luces indicadoras de falta de fase y falta de producto.

> **Pulsador ON/OFF**

Está conectado al circuito de control y al pulsarlo se enciende o se apaga la máquina de acuerdo al estado que se encuentre.

> **Pulsador De Parada De Emergencia**

Permite al operador detener la operación de la máquina en una situación de falla.

> **Luz de ON/OFF**

Indica el estado de la máquina y se enciende cuando es presionado el pulsador de encendido y se apaga cuando se pulsa el capuchón de paro de emergencia o mismo pulsador de encendido.

> **Luz De Alarma**

Se enciende cuando ocurre algún problema que inhabilita la operación normal de la máquina

> **Luz De Proceso**

Se prende cuando la máquina está en modo de proceso, el cual es el modo normal de producción y se apagará cuando se termine el mismo.

> **Luz De Pausa**

Permanece prendido hasta que la máquina inicie o este realizando un proceso de enfundado y cuando se presione el pulsador de PAUSA.

> **Luces Indicadoras De Falta De Fase**

Se encienden cuando la alimentación trifásica ha sido conectada y se apaga ante la ausencia de una o de todas las fases. Las luces indican la fases conectadas (R, S, T).

> **Luz Indicadora De Falta De Producto**

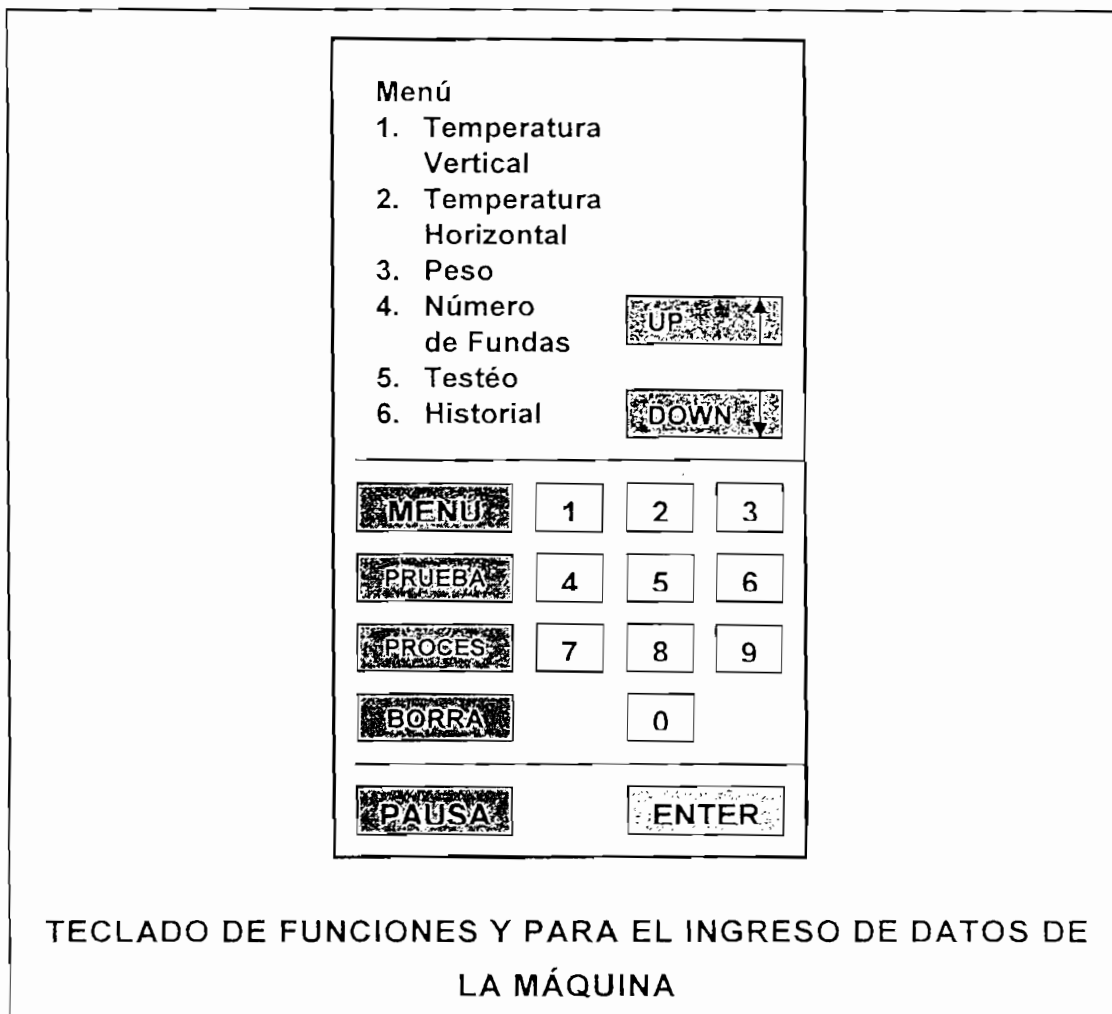
Indica la no existencia de producto en la tolva primaria. La luz no se apagará hasta que el sensor detecte la existencia de producto en la tolva.

> Display De Cristal Líquido

Mediante la pantalla se hace la visualización de la información necesaria para operar la máquina.

> Teclado

El teclado se usa para ingresar datos. La siguiente es la lista de las teclas y sus funciones:

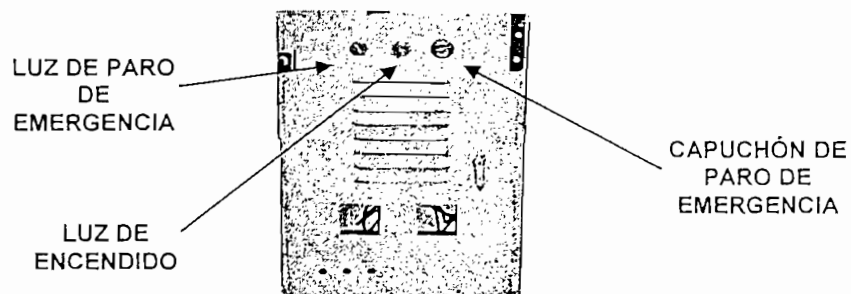


TECLA	FUNCIÓN
0 - 9	Se utilizan para ingresar parámetros de temperatura, peso y número de fundas.
Up	Tecla para desplazarse hacia arriba entre las opciones que tiene el menú principal y el de testéo.
Down	Tecla para desplazarse hacia abajo entre las opciones que tiene el menú principal y el de testéo.

MENÚ	La tecla se usa para regresar a la pantalla inicial en el LCD.
PRUEBA	La máquina recibe la orden de operación en modo de prueba.
PROCESO	La máquina recibe la orden de operación en modo de proceso.
BORRAR	Tiene dos funciones la de borrar los valores de los variables ingresadas y salir a la pantalla inicial en el LCD.
Pausa	La tecla está habilitada sólo cuando está en el proceso de enfundado, si presiona una vez detiene el proceso, al hacerlo nuevamente continua operando la máquina.
ENTER	Esta tecla permite guardar datos de temperatura, peso y número de fundas, además sirve para ingresar a las diferentes opciones del menú y dar las órdenes de testeo.

3.2 PANEL AUXILIAR DE CONTROL

3.2.1 DISTRIBUCIÓN DEL PANEL AUXILIAR



3.2.2 DESCRIPCIONES Y FUNCIONES

El panel auxiliar de control está ubicado en la parte posterior de la máquina. Consta de un capuchón de paro de emergencia, una luz de encendido, y una de alarma.

Estos tres elementos operan de la misma manera que los elementos ubicados en el panel de control.

4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE VISUALIZACIÓN

4.1 INTRODUCCIÓN

Esta sección explica todos los mensajes que aparecen en el display de cristal líquidos. Sin embargo, mensajes tales como advertencias, no aparecen en la pantalla sólo se indica a través de luces.

4.1.1 PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

Al encender la máquina se presenta el membrete del proyecto desplegando pantalla por pantalla el nombre de la institución y del proyecto, las personas que realizan el trabajo, el director y el año de realización. Al finalizar ésta presentación la pantalla muestra el menú del operador.



4.1.2 ORGANIZACIÓN DEL MENU DEL OPERADOR

El menú está organizado en 6 secciones:

- Temperatura vertical (Temp V):



Permite la edición de la temperatura de la matriz de soldado vertical y el valor guardado en memoria es 80 °C. El operario puede variar los valores de la temperatura en un rango de 60 a 120 °C. En caso de no estar el valor dentro del rango mencionado se guarda automáticamente la última cantidad ingresada.

> **Temperatura horizontal (Temp H):**

Las mismas características de la sección de temperatura vertical son aplicadas a las matrices de soldado anterior y posterior de las fundas.

> **Número de fundas (Num fundas):**

Permite al operador ingresar el número de fundas a realizarse y presenta como valor inicial 10 fundas. El número de fundas máximo que puede ingresar son 250, en caso de exceder del rango automáticamente graba el valor previamente ingresado

> **Peso del producto (Peso):**

La sección deja al operador ingresar el peso con que salen las fundas. El rango permisible de pesos está entre 250 gr y 1000gr. El valor original en máquina es de 500 gr. Al momento de ingresar el peso del producto se escoge internamente el tamaño de la funda. Automáticamente guarda el valor anterior de peso cuando el operador ha ingresado un valor fuera del rango permitido.

> **Testéo (Testéo):**

El operario puede mover la compuerta de paso de producto, la tolva de la balanza, la paleta de distribución, la matriz de soldado vertical u horizontal, la cuchilla y el motor

> **Historial (Historial):**

Proporciona información general del número de fundas totales (como referencia la de mayor tamaño), peso enfundado y desfogado. Los datos son acumulativos de los eventos que se producen en la máquina como fin de proceso, fin de prueba, paro de emergencia y apagar la máquina.

4.1.3 EDICION DE PARAMETROS

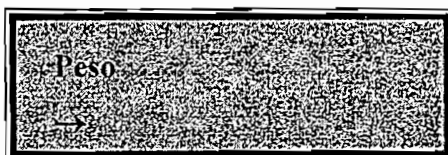
La estructura del menú presenta los parámetros que pueden ser editados y la lista de opciones entre las cuales el operador puede escoger es:

- Temp V (temperatura vertical)
- Temp H (temperatura horizontal)

- Peso
- Num fundas (Número de fundas)
- Testéo
- Historial

Para editar los parámetros que proporciona la lista de opciones, puede usarse las teclas de UP / DOWN para recorrer hacia arriba o abajo. Con la tecla ENTER se escoge la opción y con MENU se regresa al menú del operador.

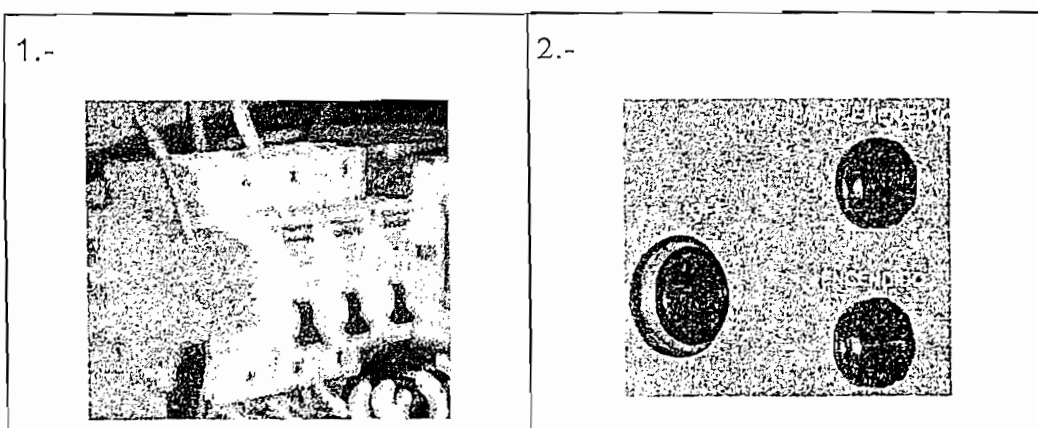
Para editar un valor numérico, el operador debe borrar el valor indicado en la pantalla e ingresar la cantidad deseada usando las teclas numéricas seguidas de la tecla ENTER.



5. PROCEDIMIENTO GENERAL DE OPERACIÓN

5.1 PROCEDIMIENTO DE PUESTA EN MARCHA

1. Conectar el interruptor principal.
2. Presionar el pulsador de encendido, la luz de encendido se prende. El membrete de presentación se despliega y aparece el menú del operador.



5.2 PROCEDIMIENTO DE INGRESO A LA SECCION DE TESTÉO

1. Poner en marcha la máquina.
2. Escoger con las flechas UP / DOWN la sección de testéo y luego presionar ENTER.



3. Verificar en la luz de falta de producto, la presencia o ausencia del mismo.
4. El operador puede escoger con las flechas la parte de la máquina que desea operar para luego presionar ENTER.



NOTA: Si la luz indicadora de falta de producto está apagada esto indica que existe producto en la tolva primaria; es preciso que el operador drene el sistema enviando el producto por el conducto de desfogue antes de realizar cualquier operación de mantenimiento.

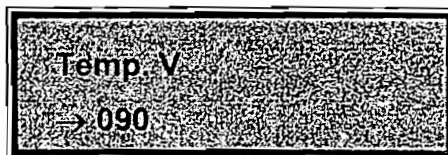
5.3 PROCEDIMIENTO DE PUESTA EN MARCHA EN MODO DE PRUEBA

1. Poner en marcha la máquina.
2. Escoger en el menú principal la sección de temperatura vertical y pulsar ENTER.

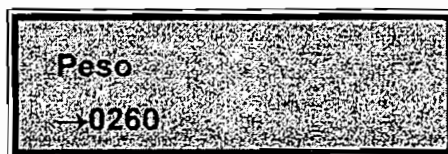


3. Verificar el valor de temperatura que indica la pantalla. Si se desea cambiar la temperatura se debe borrar el valor mostrado pulsando la

tecla BORRAR, ingresar el valor de soldado para el tipo de plástico que se utilizar y a continuación se pulsa la tecla ENTER.



4. Repetir los pasos 2 y 3 escogiendo la sección temperatura horizontal.
5. Con las teclas UP / DOWN escoger la sección peso de producto aplastando ENTER.
6. Antes de ingresar el peso de las fundas que se desea empaquetar(250 gr - 1000 gr), se debe borrar el dato anterior presionando BORRAR, se digita el nuevo peso y se confirma con ENTER.



7. Presionar en el teclado el botón PRUEBA.



8. Comprobar si la bolsa vacía tienen los sellos correctos. Ajustar según sea necesario.
9. Presionar el botón de PAUSA/CONTINUAR para dar por terminado el modo de prueba.
10. Comprobar si las bolsas llenas tienen el peso y sellos correctos.

5.4 PROCEDIMIENTO DE PUESTA EN MARCHA EN MODO DE PROCESO.

1. Se repiten los pasos del 1 al 6 del procedimiento de puesta en marcha en modo de prueba.
2. Escoger la sección número de fundas y presionar ENTER.

3. Borrar el número de fundas que se presenta en la pantalla con el botón BORRAR.
4. Ingresar el nuevo valor de número de fundas por teclado (0 - 250) y confirmar con ENTER.



5. Por último pulsar PROCESO del teclado.



5.5 PROCEDIMIENTO DE PAUSA

5.5.1 PAUSA

1. Presionar el botón PAUSA del teclado, se enciende la luz de pausa. El sistema de Ponderación y fabricación de fundas completará su ciclo antes de detenerse.
2. Al presionar PAUSA nuevamente la máquina volverá a su operación normal y la luz de pausa se apaga.

5.5.2 PARADA DE PRODUCCIÓN

El momento que el operador pulsa los botones de paro de emergencia o de ON/OFF se corta la producción sin terminar el número de fundas programado vaciando la tolva de ponderación.

6. INTERFAZ CON EL COMPUTADOR (HMI)

La máquina también se puede operar desde un computador siempre esté instalado el programa ENFUN_2004.

El programa sirve para visualizar las operaciones realizadas por la máquina y para dar ordenes de control desde las diferentes pantallas. Presenta las mismas funciones que posee el panel de control, con la diferencia que nos proporciona una pantalla amigable donde el operador visualiza las luces de alarma y el estado de funcionamiento.

Como requerimiento básico se debe conectar el panel de control con el puerto serial del PC a través del cable de conexión.

6.1 MANUAL DE OPERACIÓN DEL PROGRAMA ENFUN_2004

➤ PRESENTACIÓN

En el icono del programa ENFUND_2004 de doble clic para que se ejecute y se presente la pantalla indicada en la figura 6.1:

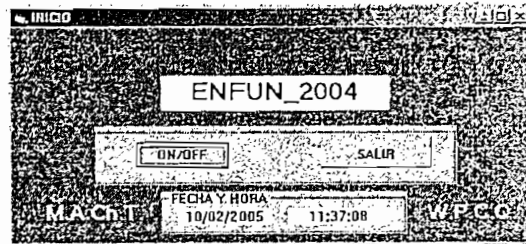


Figura 6.1.- Pantalla inicial al ser ejecutado el programa ENFUND_2005.

Si se da un pulso sobre el botón ON/OFF la máquina se enciende y en el computador se muestra la pantalla de presentación del proyecto como se ve en la Figura 6.2.



Figura 6.2.- Pantalla de presentación del proyecto

La presentación tarda aproximadamente unos dos minutos.

➤ DESCRIPCIÓN DE LA PANTALLA DE CONTROL

Terminada con la misma se visualiza en el monitor las opciones de manejo de la máquina y de menú (Figura 6.3).

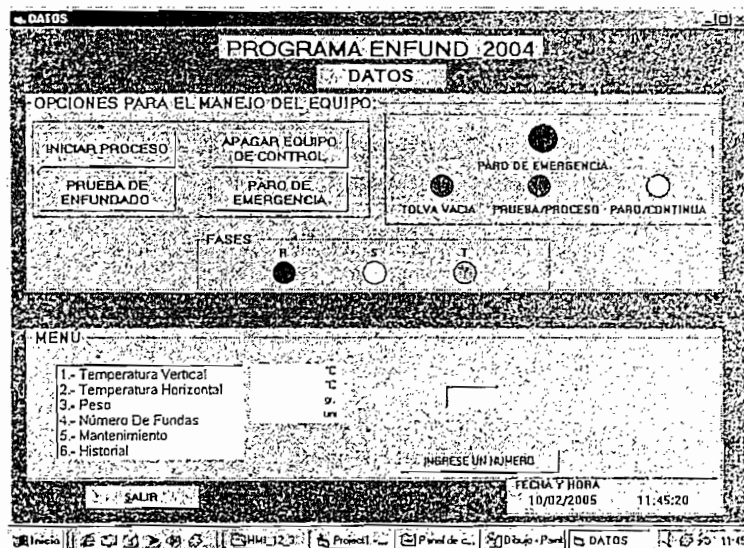

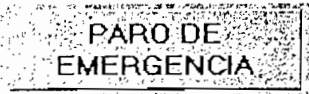





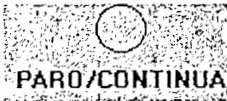



Figura 6.3.- Pantalla De las opciones de manejo y para el ingreso de datos

Acciones que se realizan cuando se pulsa una de las teclas de las opciones de manejo:

	Apaga la máquina, puede ser pulsada en cualquier instante
	Para la máquina y no deja que funcione, puede ser apagada desde el panel o desde el PC
	Realiza el enfundado de una cantidad determina de fundas con producto
	La máquina realiza una funda vacía y tres con producto para la verificación del peso, del soldado vertical y horizontal.

Las luces indicadoras que se tiene el HMI son:

	Se enciende cuando se a dado la orden de parar la máquina sea desde la máquina o desde la PC
	Se prende cuando se ha detectado falta de producto en la tolva primaria
	Se enciende cuando se ha dado la orden la de realizar un proceso de enfundado en cualquiera de los dos modos de funcionamiento
	Se mantiene apagado cuando se esté realizando un proceso de enfundado
	Las luces indican la presencia de las fases, si no existe una de ellas se apaga.

Menú

En esta parte del programa se puede ingresar los parámetros de temperatura, peso y número de fundas. Además se puede ingresar a la opción de testeo o a la de historial.

Las siguientes pantallas también presentan las opciones de manejo de la máquina, con uno o dos botones de diferencia.

➤ EDICIÓN DE PARÁMETROS

Para ingresar a cualquier opción se sigue los siguientes pasos:

- Digite una cifra (entre el 1 y el 6), en el casillero que se encuentra sobre el botón INGRESE UN NÚMERO de acuerdo a la opción que requiera el operador.
- Presione el botón (INGRESE UN NÚMERO)
- Para las cuatro primeras opciones aparece el nombre de la variable, un casillero para ingresar números, y dos botones el de CONFIRMACIÓN DEL DATO y el de SALIR DE INGRESO DE DATOS (ver figura 6.4).

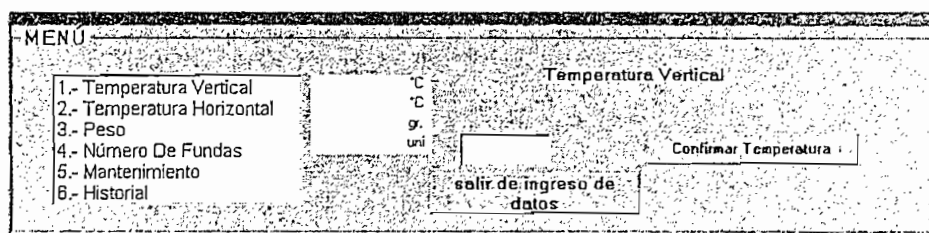


Figura 6.4.- Pantalla De las opciones de manejo y para el ingreso de datos

- Una vez que haya ingresado el valor presione CONFIRMAR, si el dato está dentro de los rangos se guarda y se visualiza junto al nombre de la variable editada, caso contrario no se da ningún cambio.
- Los rangos que puede ingresar son los siguientes:

Variable	Cantidad
Temperatura Vertical y Horizontal	De 60°C a 120°C
Peso	De 250gr. A 1000gr.
Número de fundas	De 1 a 250 unidades.

➤ En las opciones 5 y 6 no se puede editar parámetros, presentando un botón de confirmación de función a realizar.

➤ PRESENTACIÓN DE LA PANTALLA DE PROCESO O PRUEBA.

Si se ha pulsado la tecla INICIAR PROCESO el usuario puede visualizar en la pantalla la sección de opciones para manejo del equipo presente el botón PAUSA. Además se indica la sección de visualización de datos en donde se muestra el peso seteado, la temperatura vertical y horizontal medida y el número de fundas que ha realizado la máquina como se ve en la figura 6.5.

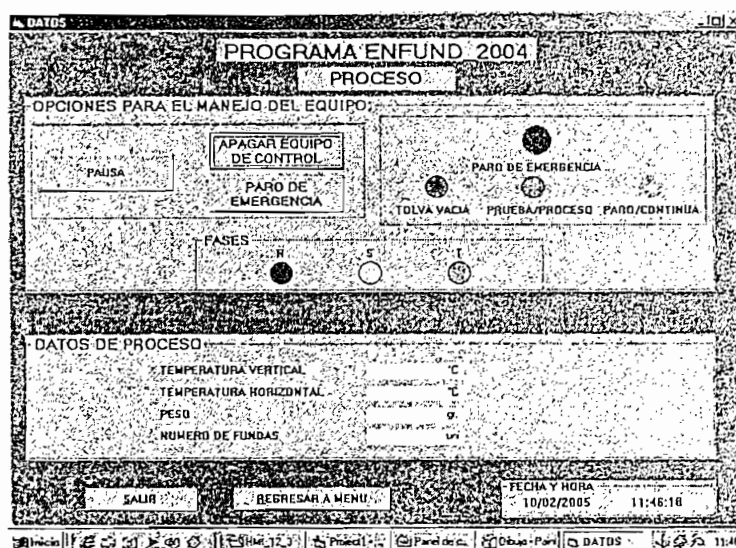


Figura 6.5.- Muestra los datos de Temperatura, peso y número de fundas

Para el modo de prueba se tiene una sección semejante para cada uno de los modos de funcionamiento donde la sección datos de proceso cambia por datos de prueba (ver figura 6.6).

DATOS DE PRUEBA	
TEMPERATURA VERTICAL	°C
TEMPERATURA HORIZONTAL	°C
PESO	gr.
NUMERO DE FUNDAS	uni

Figura 6.6.- Sección de prueba

➤ PRESENTACIÓN DE LA PANTALLA DE TESTÉO E HISTORIAL.

En el modo de mantenimiento se presenta una pantalla que permite mover las partes de la máquina como se observa en la figura 6.7

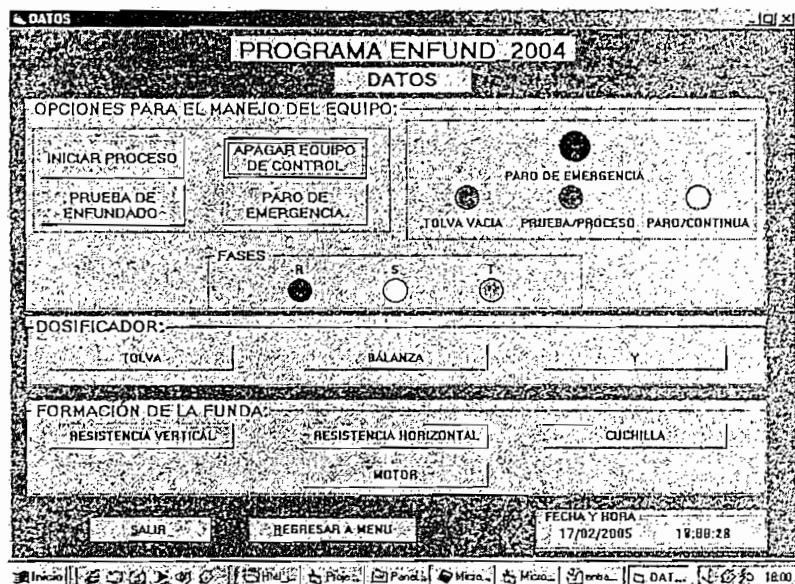


Figura 6.7.- Pantalla de testéo

Desde esta ventana se puede dar la orden de movimiento de la paleta de tolva primaria, tolva de balanza, paleta de distribución (Y), calentar y mover a la resistencia vertical y horizontal, mover la cuchilla y mover el motor.

Adicional contiene un archivo en excel en el cual se guardan datos de peso enfundado y desfogado, número de fundas con la fecha y evento que ha sucedido (ver figura 6.8).

	A	B	C	D	E	F	G
1	FECHA	HORA	EVENTO	PESO EN FUNDIDO	PESO DESFOGADO	Nro. DE FASES	
2	05/02/2005	11:51:36	FIN DE PROCESO	1250	0	3	
3	07/02/2005	08:04:23	PARO DE EMERGENCIA	2150	225	5	
4	14/02/2005	11:51:36	FIN DE PRUEBA	1500	270	1	
5	14/02/2005	11:51:36	APAGAR	2800	125	5	

Figura 6.8.- Pantalla del Historial

Si ha sido pulsado el botón de paro de emergencia de la máquina no se puede deshabilitar desde la computadora. También la orden se puede dar desde la PC y el operador ve en el monitor la figura 6.9:

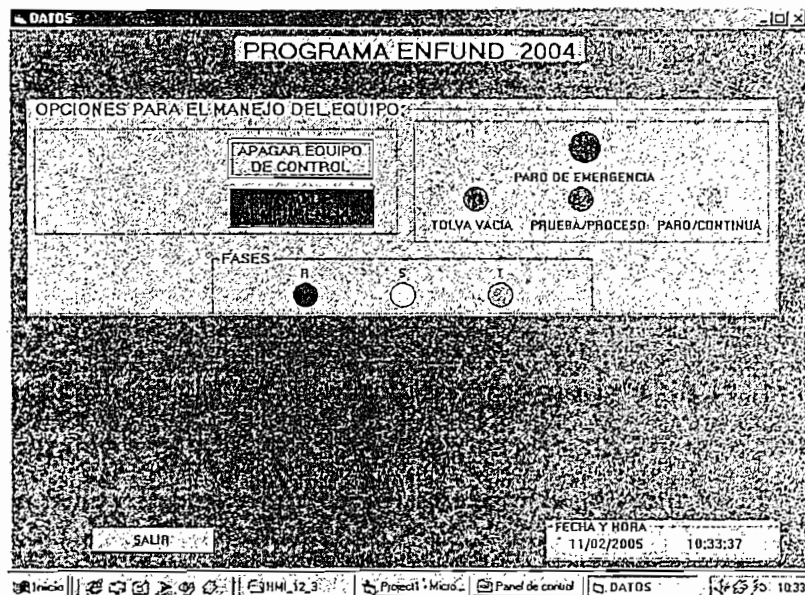


Figura 6.9.- Pantalla de emergencia

7. MENSAJES DE ALARMA

1. PAUSA Y ENCENDIDO DE LUZ INDICADORA DE TOLVA VACÍA – NO SE DETECTA PRODUCTO EN LA TOLVA PRIMARIA.

Esto indica que no hay producto en la tolva primaria para pesar y enfundar.

2. INGRESO DE VALORES DE PESOS, TEMPERATURAS Y NÚMEROS DE FUNDAS POR DEBAJO DEL RANGO MÍNIMO PERMITIDO.

Los valores están por debajo del rango mínimo permitido. No se reconoce estos y se visualiza la cantidad anteriormente registrada.

3. INGRESO DE VALORES DE PESO, TEMPERATURAS Y NÚMERO DE FUNDAS POR ENCIMA DEL RANGO MAXIMO PERMITIDO.

Los valores están por encima del rango máximo permitido. No se reconoce estos y se visualiza la cantidad anteriormente registrada.

4. PAUSA Y APAGADO DE UNA O VARIÁS LUCES DE FALTA DE FASE- FASES R, S, T.

Esto indica que hay un problema en la alimentación eléctrica.

5. FIN DE PROCESO

Este mensaje aparece en modo de proceso al terminar el número de fundas fijadas y se borra pulsando la tecla MENÚ.

6. FIN DE PRUEBA

Este mensaje aparece en modo de prueba al terminar el número de fundas y se lo borra al regresar al menú pulsando la tecla MENÚ.

8. PRECAUCIONES DE SEGURIDAD

8.1 REGLAS BÁSICAS PARA LA OPERACIÓN DE LA MÁQUINA

A continuación se presenta una lista de precauciones importantes que deben ser tomadas en cuenta para la correcta operación de la máquina.

1. Asegurarse de que la máquina esté libre de obstrucciones y advertir a todas las personas en el área antes de ponerla en movimiento.
2. Las personas deben mantener sus manos y brazos alejados de las partes en movimiento de la máquina. Esto se aplica especialmente al conjunto de soldado y corte de la funda.
3. La máquina está equipada con botones de parada de emergencia. Al presionar cualquiera de los dos botones las partes en movimiento retornarán a su posición habitual de reposo. Todos deben conocer la ubicación de estos botones de parada de emergencia.
4. La máquina no debe ser un lugar para poner herramientas u otros objetos para mantenimiento. Los objetos extraños pueden caerse de los niveles superiores del marco de la máquina y lesionar a alguien o causar una reacción inesperada que puede resultar en una lesión.
5. Nunca se suba sobre la máquina. Esto puede causar una posición fuera de balance de la cual una persona puede caerse al piso o a partes en movimiento.
6. Toda la energía eléctrica debe ser desconectada de la máquina antes de que se abra una caja eléctrica. Las etiquetas de advertencia son para llamar la atención de las áreas peligrosas. Debe tenerse extremo cuidado cuando se retira la cubierta de una caja eléctrica o cuando se abre la puerta de la consola.

MANUAL DE MANTENIMIENTO

1. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

1.1 FACTORES MECÁNICOS

Se debe considerar ciertos factores en el momento de la instalación de la máquina.

➤ **Cimentación**

Es necesario contar con una cimentación sólida y nivelada para limitar la vibración.

➤ **Entorno**

Escoger una ubicación alejada de corrientes de aire directas tales como ventiladores, conductos de aire, etc. También debe evitar las ubicaciones de alto contenido de humedad.

➤ **Altura**

Asegurarse de que la altura del sistema de ponderación no excedan la altura del cielo raso ni las limitaciones de la alimentación.

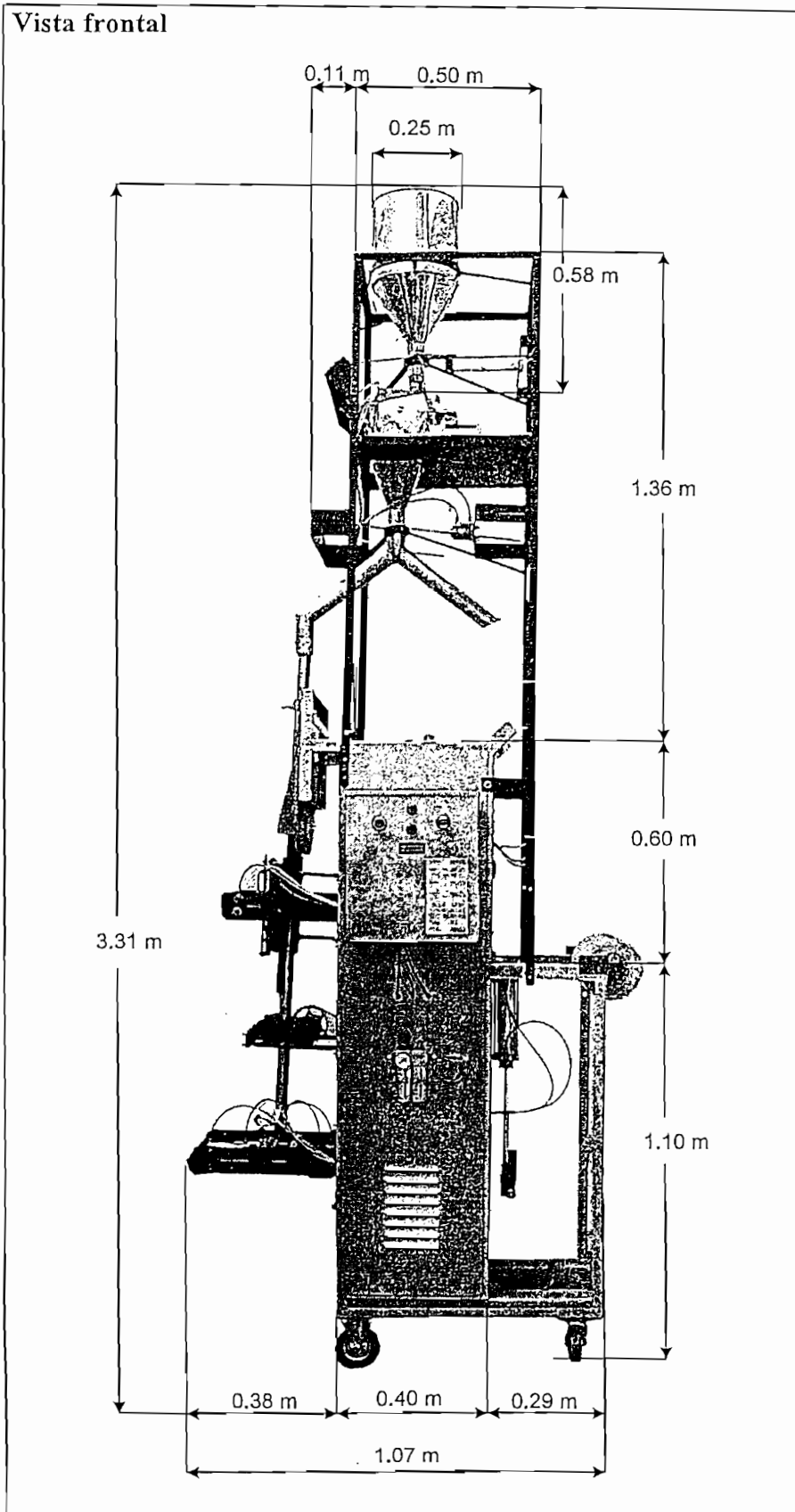
➤ **Aire y energía eléctrica**

Asegurarse de que la ubicación cuente con suministros apropiados de aire y energía eléctrica.

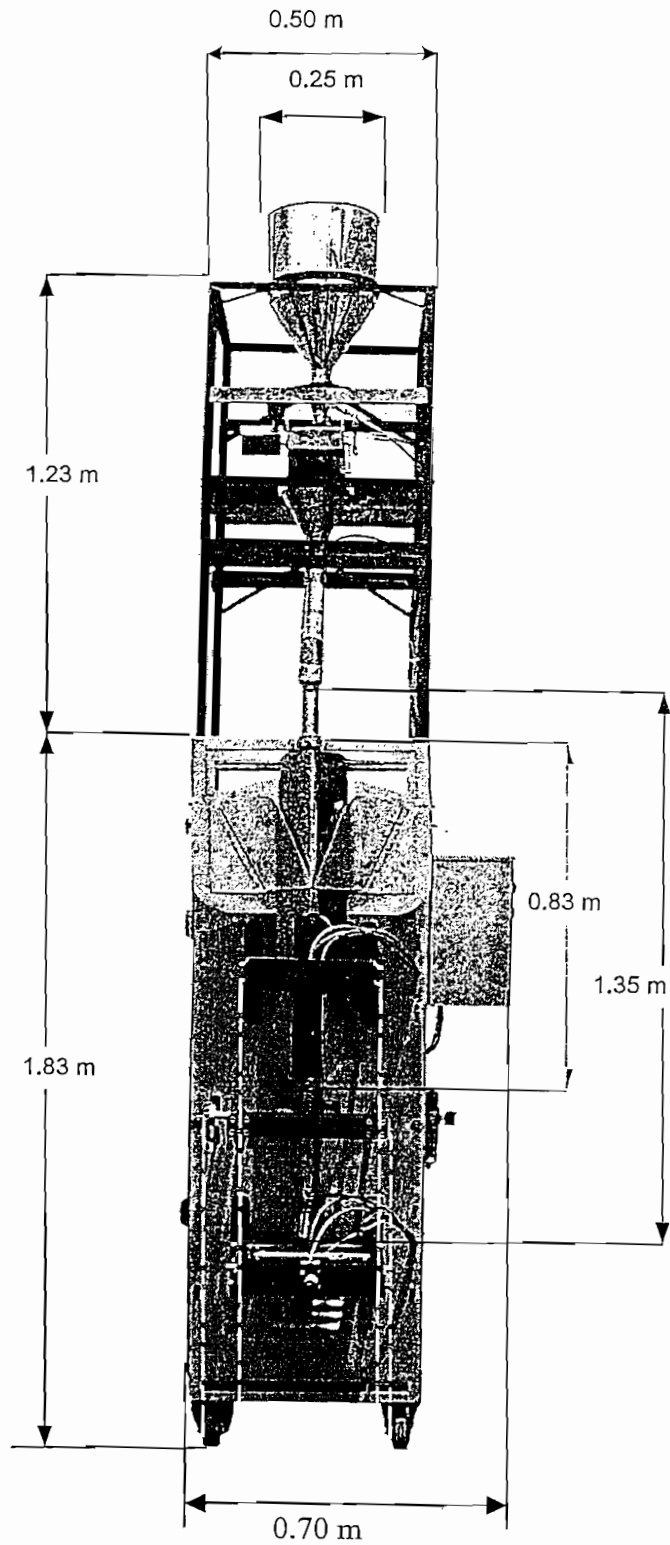
La siguiente es una lista de herramientas necesarias para armar e instalar la máquina.

➤ 1 Juego de llaves hexagonales estándar, 1 Destornillador plano, 1 Destornillador estrella, 1 Plomada, 1 Llave de pico y 1 Flexómetro

1.2 DIMENSIONES DEL EQUIPO



Vista lateral



1.3 PROCEDIMIENTO DE MONTAJE

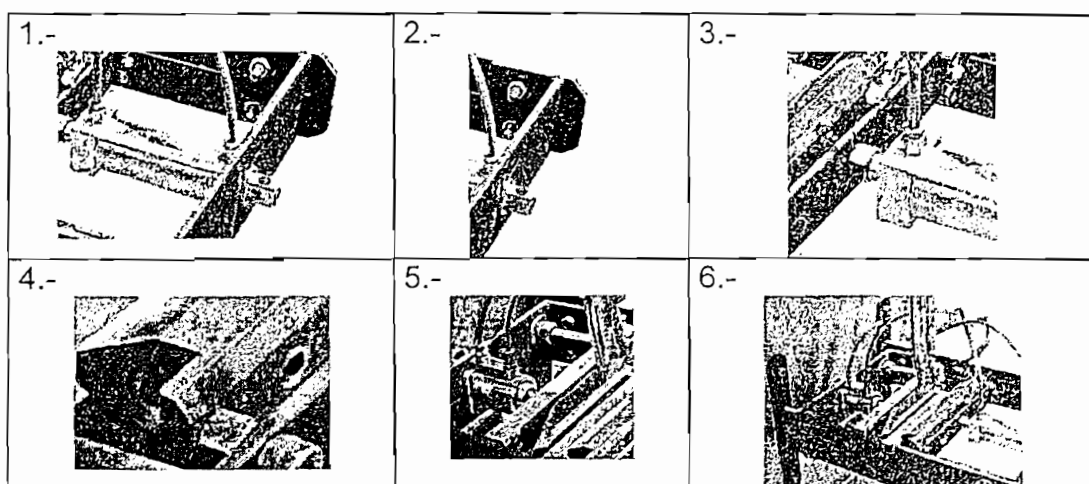
Cada parte de la máquina es fácilmente removible, para su mantenimiento y se deben seguir las instrucciones de armado para evitar problemas en el funcionamiento.

1.3.1 PROCEDIMIENTO DE MONTAJE DEL SISTEMA DE FABRICACIÓN DE FUNDAS

> **Conjunto de soldado horizontal y corte de la funda.**

Este conjunto se lo debe primero armar antes de ajustarlo a la máquina.

Armado

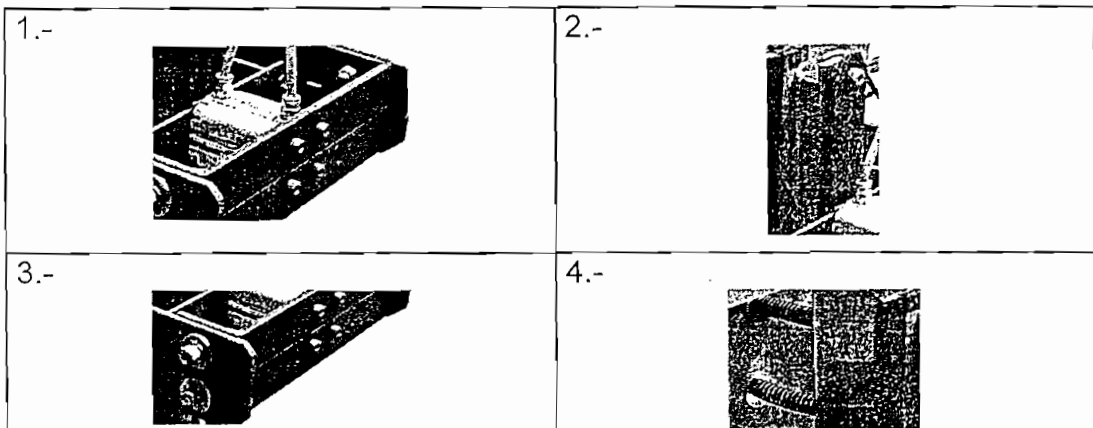


1. Inserta el cilindro neumático de doble efecto de 90 mm de carrera en la estructura en forma de "C" designado para este cilindro. Ajustar de tal manera que las entradas de aire se encuentren suspendidas en la parte superior.
2. Fijar el arco con el cilindro en las rieles laterales, las cuales servirán de guías para que el émbolo mantenga su camino lineal. Las rieles tienen marcado un destaje para indicar su posición.
3. Ajustar el porta matriz al émbolo colocando una tuerca entre las dos piezas para su mejor ajuste. Éste deben recorrer libremente por las rieles laterales.
4. Cada matriz de soldado contiene una resistencia de calentamiento sujetada por medio de prisioneros. Además se adapta un porta sensor en contacto con la matriz. Las dos matrices se acoplan al porta matriz de tal manera que permita ajustar entre ellas un paralelepípedo de madera cuya función es soportar el golpe de la cuchilla de corte.

5. Un segundo cilindro de doble efecto de 25 mm de carrera se insertará en una segunda estructura en forma de "C" la cual mantiene el soporte de soldado y guía de la cuchilla de corte. Se coloca la estructura con el cilindro y el soporte de soldado entre las rieles laterales. El soporte de soldado es regulable. Se recomienda que su ajuste permita el fácil movimiento de la cuchilla, el contacto con las matrices de soldado y la distancia adecuada para que el producto proporcionado por el conducto de alimentación no sea obstruido.
6. Una vez asegurado este módulo, se ajustará en la máquina.

➤ **Conjunto de soldado vertical**

Armado

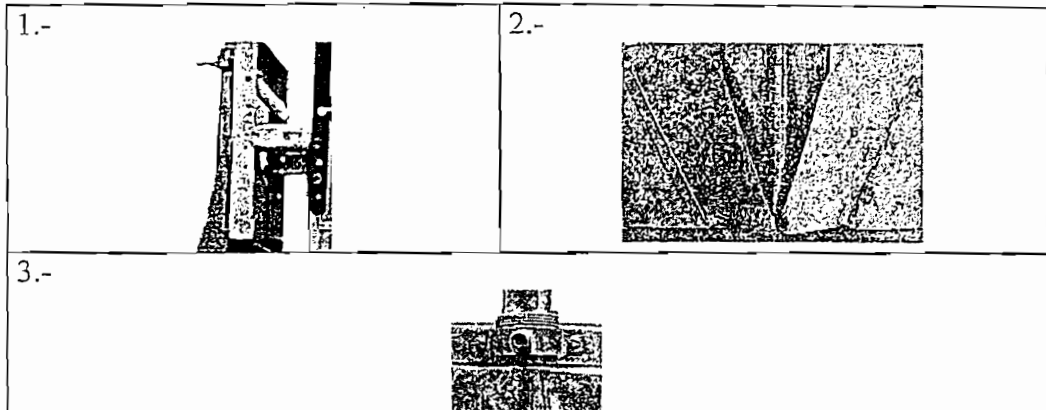


1. Acoplar el cilindro de doble efecto de 25 mm de carrera en la estructura en forma de "C" designado para este cilindro. Un acople en forma de cruz que contiene guías se fija al vástago del pistón.
2. A la pieza en cruz se le asegura la matriz de calentamiento. Se coloca además un porta sensor en la parte posterior de la matriz.
3. Al terminar el ajuste del cilindro, del acople en forma de cruz y de la matriz procedemos a colocar toda estas piezas en las dos rieles laterales para luego montar este módulo en la máquina.
4. A la misma altura y fijadas a la estructura de la máquina se encuentra un freno mecánico, con tres guías ajustables por pernos ubicados en la parte posterior del mismo, en cada uno esta puesto un resorte que amortigua el golpe producido por el pistón.

➤ **Conjunto formador de la manga**

Está compuesto de un conducto, un cuello entrecruzado para dar forma a la manga de la funda y un canal por donde va a pasar y soldarse la manga.

Armado



1. Sujetar la estructura base a la máquina por los extremos regulando su posición. Se sugiere que con un nivel se coloque la estructura verticalmente.
2. Atornillar a la base del conjunto las paletas formadoras del cuello de la funda.
3. Asegurar el conducto de alimentación por medio de una abrazadera a la base del conjunto formador.

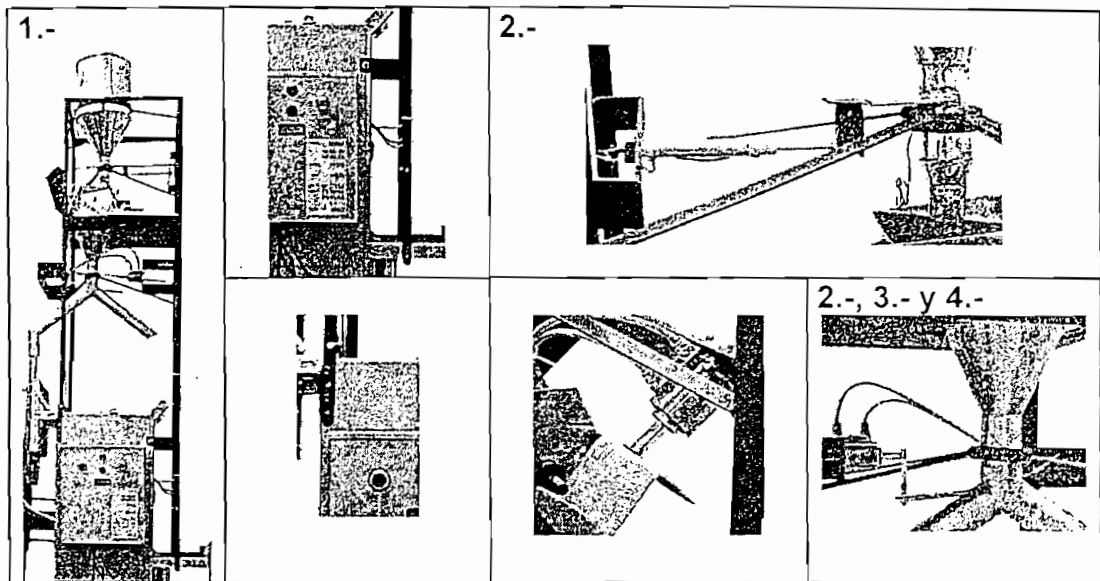
1.3.2 PROCEDIMIENTO DE MONTAJE DEL SISTEMA DE PONDERACIÓN

➤ **Conjunto de distribución del producto.**

Armado

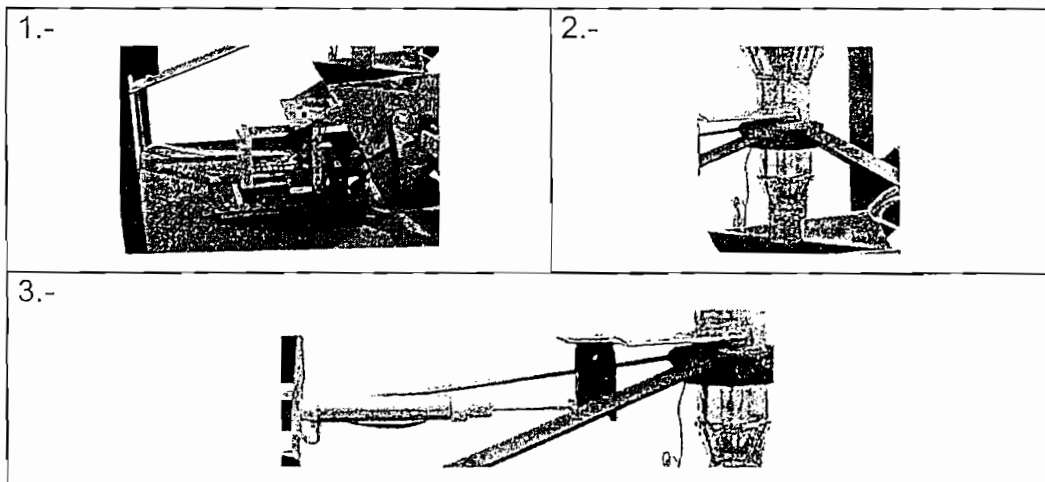
1. La estructura que sostiene el conjunto de distribución y de dosificación gravimétrica se coloca en la parte superior de la máquina y se sujeta con tornillos.
2. Tres pistones de doble efecto de 259 mm de recorrido se sujetan a la estructura.
3. El conducto de distribución del producto permanece estable y se regula la altura sujetándolo a un anillo que está fijo a la estructura y se lo acopla al conducto para enfundado. La compuerta de distribución se fija a uno de los pistones y un resorte permitirá su correcto funcionamiento.

4. Se colocar la tolva de distribución en la parte superior del conducto mediante presión.



➤ **Conjunto de dosificación gravimétrico.**

Armado



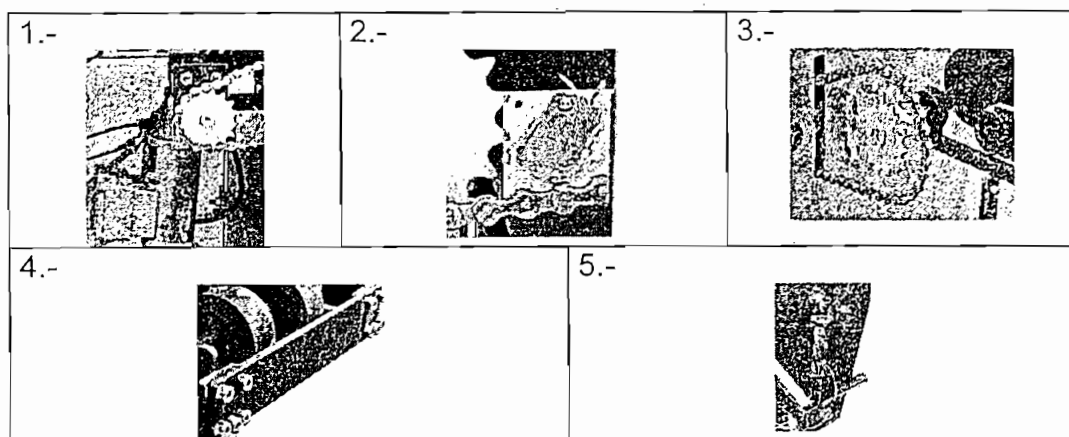
1. Insertar la base de la balanza en el cuadro superior medio de la estructura. La balanza se sujeta a la base por medio de patinas de sujeción. La tolva de ponderación va sujeta a la balanza por medio de dos tornillos y su compuerta se acopla a un cilindro por medio de una platina.
2. El anillo que se encuentra en la parte superior de la estructura sujeta la tolva; para que no afecte el movimiento de la paleta en la parte inferior del silo se halla otro anillo de diámetro pequeño fijado a la estructura que sostendrá e inmovilizará la base.

3. La compuerta de paso del producto se acopla a un cilindro neumático, el cual está sujeto en una platina lateral de la estructura.

Nota: Asegurarse de que la máquina esté nivelada en todas las áreas para que no exista ningún contratiempo como por ejemplo el escape de producto, que el sellado no sea correcto o incluso que el corte salga defectuoso.

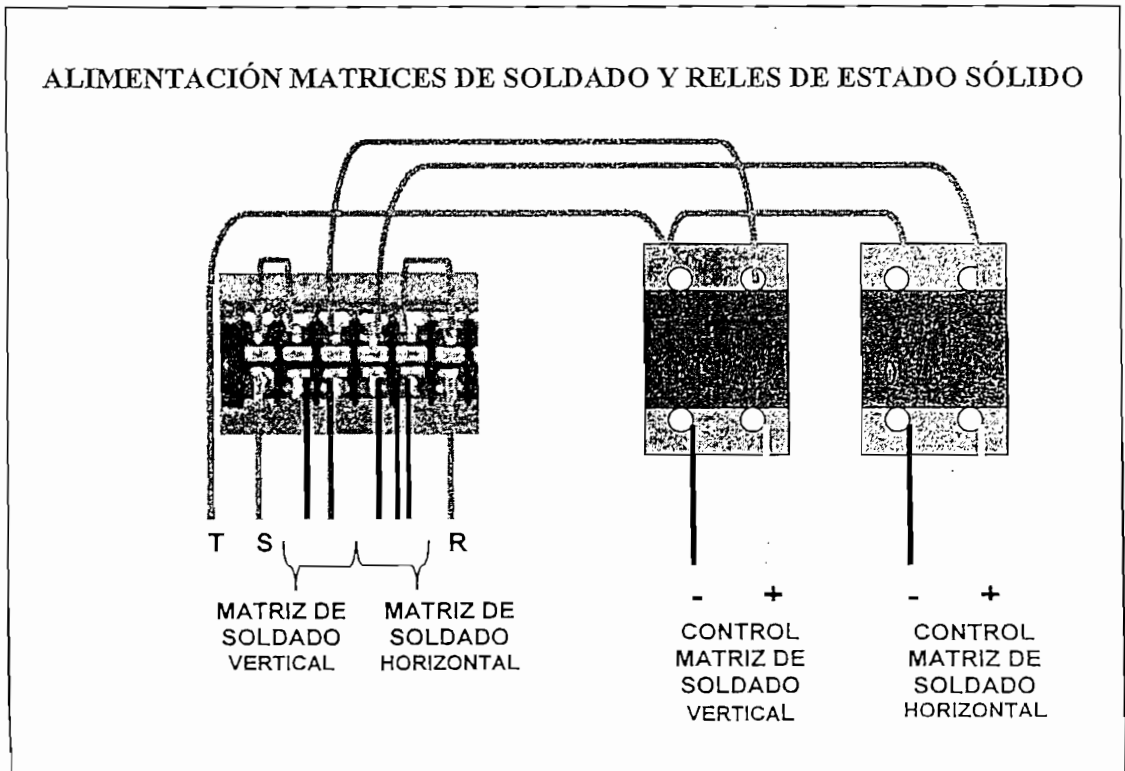
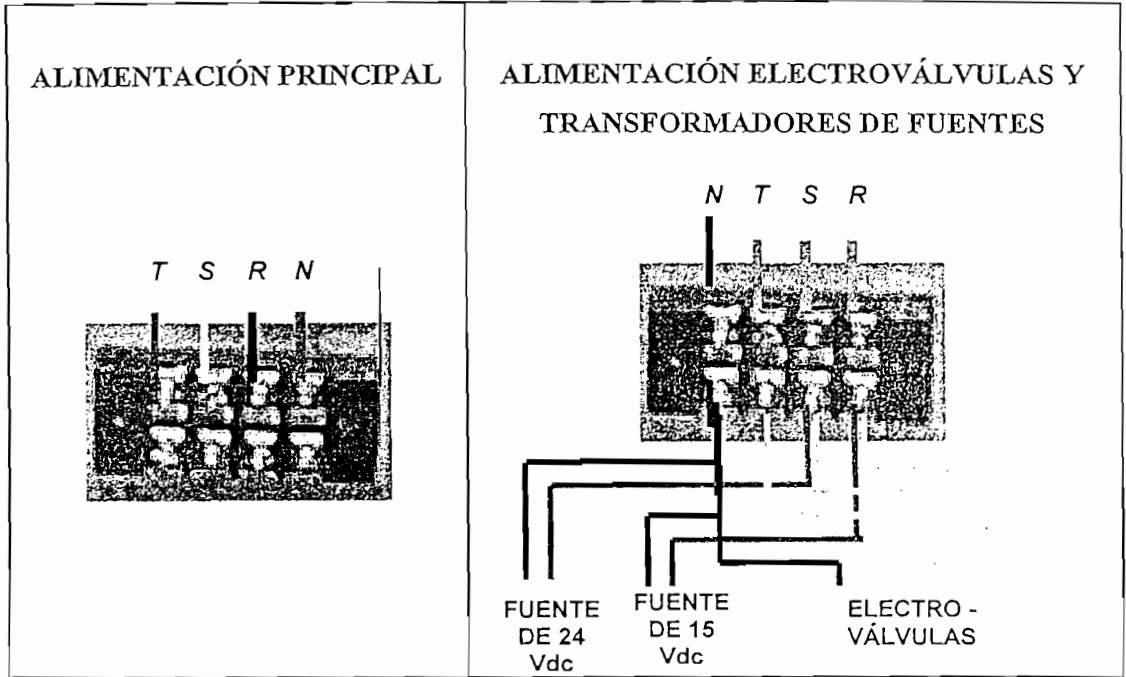
1.3.3 PROCEDIMIENTO DE MONTAJE DEL SISTEMA DE ARRASTRE DE LA LÁMINA DE POLIETILENO

Armado



1. Fijar el motor a la máquina por medio de tuercas, asegúrese que esté bien sujeto para evitar contratiempos.
2. Asegurar el sensor a la estructura de la máquina, de tal manera que haga contacto con el piñón del motor.
3. Colocar la cadena en el piñón del motor y el piñón de las ventosas fijas.
4. Ajustar las ventosas móviles a los soportes que van sujetos a la máquina en la parte lateral izquierda.
5. Fijar un cilindro de doble efecto y de 180 mm de carrera a la máquina en la parte lateral derecha. Al cilindro se le acopla un soporte de rodillo por medio de tuercas. Además se coloca un rodillo sujeto por rodela y seguros.
6. Insertar los cuatro rodillos en la estructura de la máquina por medio de rodela y seguros.

1.3.4 CONEXIONES ELECTRICAS



ALIMENTACIÓN DE LAS ELECTROVÁLVULAS

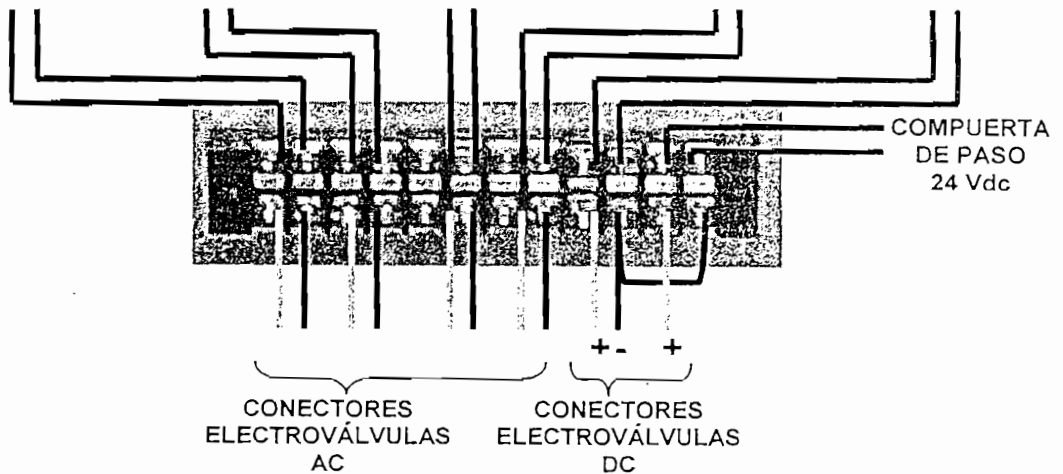
SOLDADO HORIZONTAL
220 Vac

CUCHILLA
110 Vac

SOLDADO VERTICAL
Y DESENRROLLADO
DEL ROLLO
110 Vac

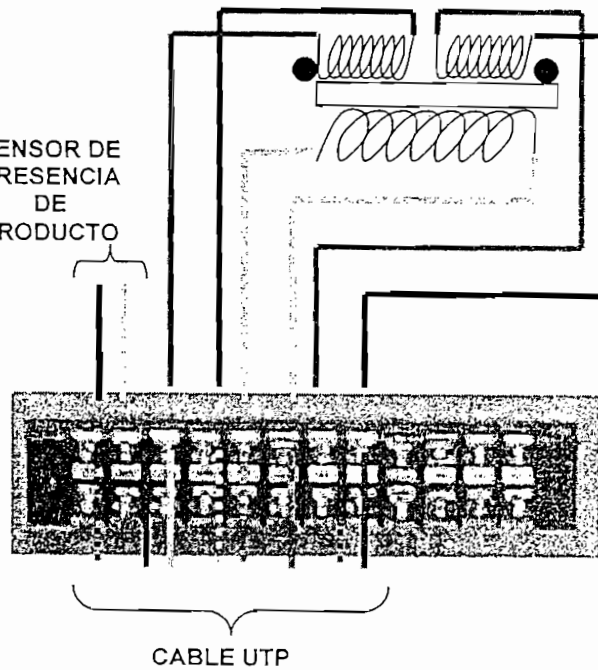
COMPUERTA
BALANZA
110 Vac

PALETA DE
DISTRIBUCIÓN
24 Vdc

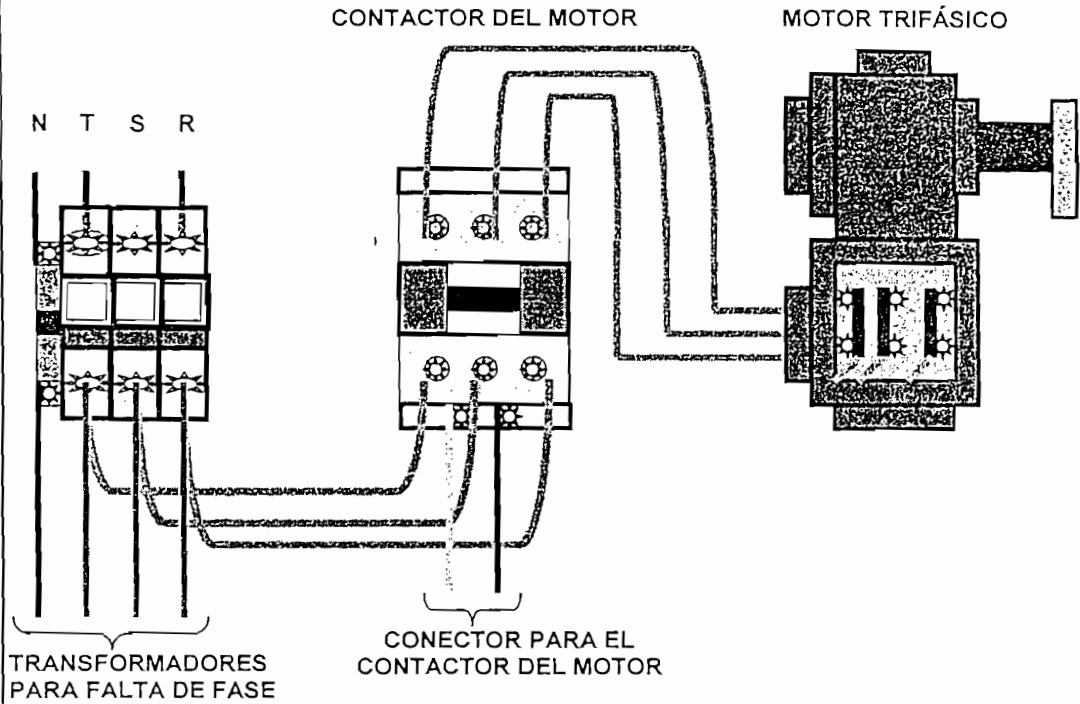


ALIMENTACIÓN DEL LVDT

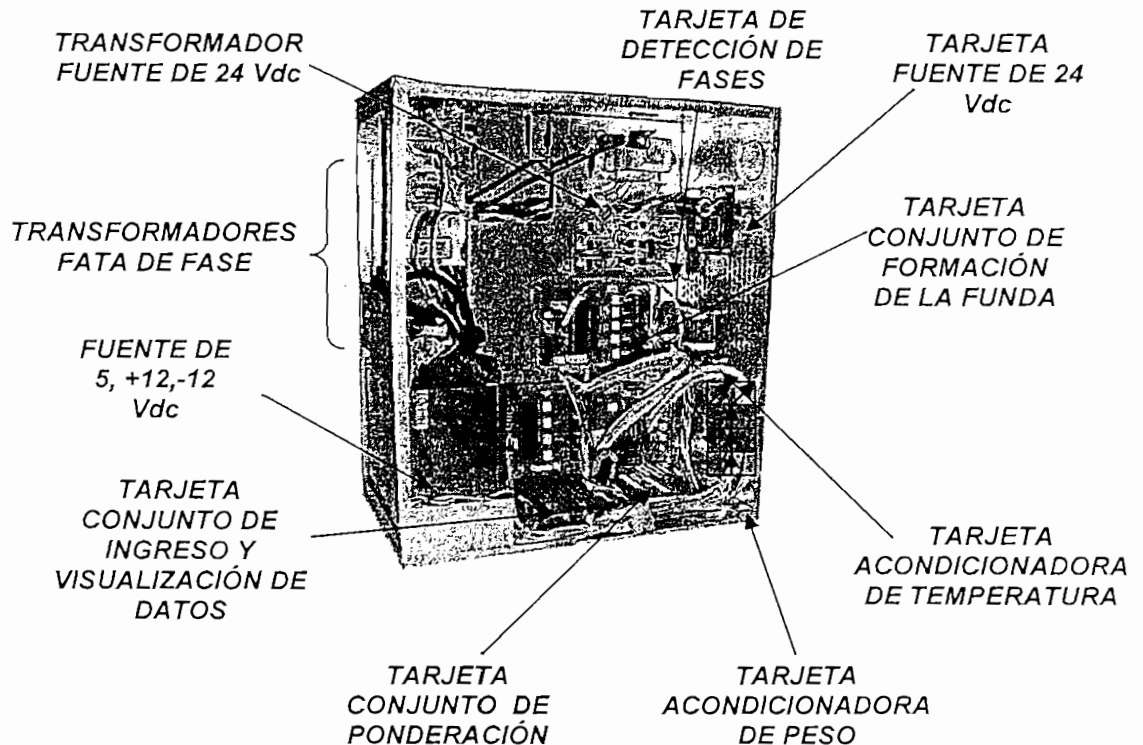
SENSOR DE
PRESENCIA
DE
PRODUCTO



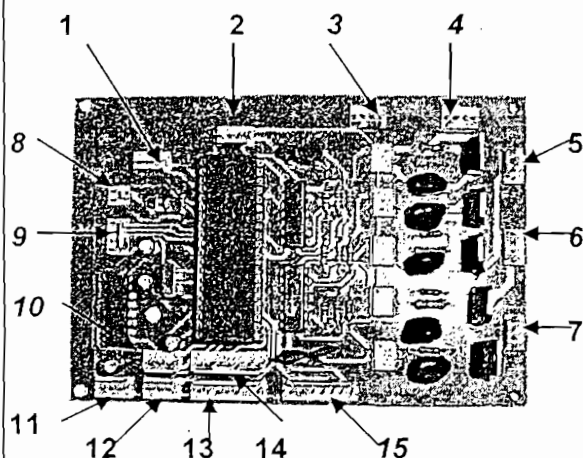
ALIMENTACIÓN DEL MOTOR



UBICACIÓN DE LAS TARJETAS EN LA CONSOLA ELÉCTRICA DE CONTROL



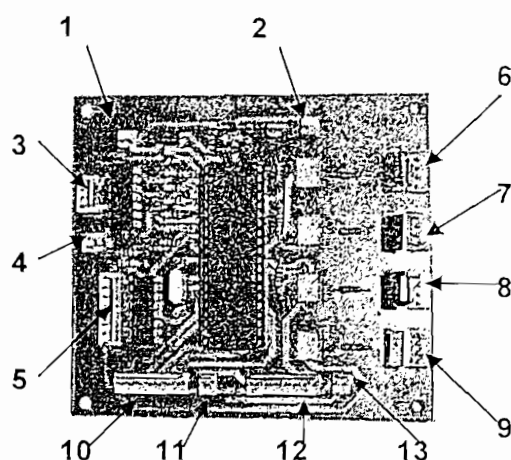
TARJETA CENTRAL DEL CONJUNTO
DE FORMACIÓN DE FUNDAS



CONECTORES

- 1.- FCEST.- Sensor de temperatura
- 2.- FCSR.- Relè de estado sòlido
- 3.- No conexi3n
- 4.- FCSCM.- Contactor-motor
- 5.- FCSEV.- Electroválvula-soldado vertical
- 6.- FCSEH.- Electroválvula-soldado horizontal
- 7.- FCSEC.- Electroválvula-cuchilla
- 8.- FCA5.- Alimentaci3n 5 Vdc
- 9.- FCEFF.- Falta de fase
- 10.- FBDPA.- Bus de datos ponderaci3n A
- 11.- FBDC.- Conector computador
- 12.- FVDVA.- Bus de datos visualizador A
- 13.- FBDVB.- Bus de datos visualizador B
- 14.- FBDPB.- Bus de datos ponderaci3n B
- 15.- FCEP.- Pulsadores

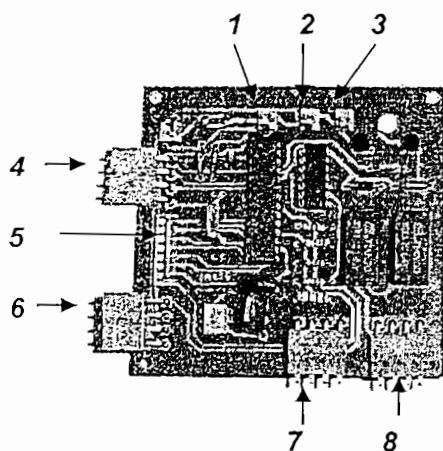
TARJETA CENTRAL DEL CONJUNTO
DE INGRESO Y VISUALIZACI3N DE
DATOS



CONECTORES

- 1.- VCA5.- Alimentaci3n 5 Vdc
- 2.- VCSZ.- Zumbador
- 3.- VCETA.- Teclado A
- 4.- Salida digital
- 5.- VCETV.- Teclado B
- 6.- VCSLP.- Luz-prueba/proceso
- 7.- VCSSL.- Luz-pausa
- 8.- VCSLE.- Luz-paro de emergencia
- 9.- VCSLO.- Luz-ON/OFF
- 10.- VCSDA.- LCD A
- 11.- VCSDB.- LCD B
- 12.- VBDA.- Bus de datos A
- 13.- VBDB.- Bus de datos B

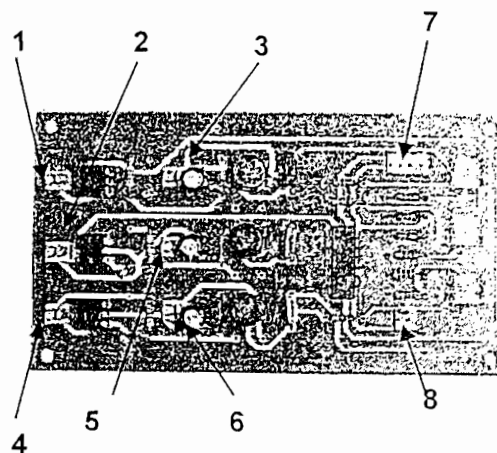
TARJETA CENTRAL DEL CONJUNTO DE PONDERACIÓN



CONECTORES

- 1.- PCA5.- Alimentación 5 Vdc
- 2.- PCESP.- Sensor de producto
- 3.- PCSLT.- Luz de tolva
- 4.- No conexión
- 5.- PBDA.- Bus de datos A
- 6.- PBDB.- Bus de datos B
- 7.- PCSEB.- Electroválvula-balanza
- 8.- PCSEC.- Electroválvulas-compuerta de paso y paleta de distribución

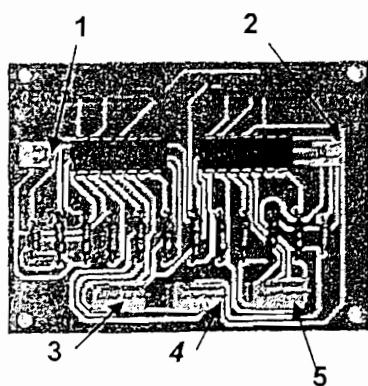
TARJETA DE DETECCIÓN DE FASES



CONECTORES

- 1.- DCSFR.- Luz de fase R
- 2.- DCSFS.- Luz de fase S
- 3.- DCETR.- Transformador R
- 4.- DCSFT.- Luz de fase T
- 5.- DCETS.- Transformador S
- 6.- DCETT.- Transformador T
- 7.- DCSFF.- Falta de fase
- 8.- DCA5.- Alimentación 5 Vdc

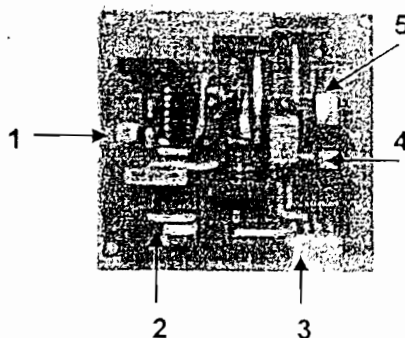
TARJETA ACONDICIONADORA DE TEMPERATURA



CONECTORES

- 1.- ACSSV.- Señal de sensor vertical
- 2.- ACSSH.- Señal de sensor horizontal
- 3.- ACESV.- Sensor de matriz vertical
- 4.- ACA12.- Alimentación +12, -12 Vdc
- 5.- ACESH.- Sensor de matriz horizontal

TARJETA ACONDICIONADORA DE PESO



CONECTORES

- 1.- LCSSP.- Señal de sensor acondicionada
- 2.- LCA12.- Alimentación +12, -12 Vdc
- 3.- LCA15.- Alimentación +15, -15 Vdc
- 4.- LCEDT.- Entrada al LVDT
- 5.- LCSDT.- Salida del LVDT

2. SISTEMA NEUMÁTICO

La máquina utiliza un sistema neumático para operar los dispositivos de salida como el cilindro para la compuerta de paso, el cilindro que acciona la compuerta de la tolva de la balanza, el cilindro de la paleta del conducto de distribución, el cilindro de soldado vertical, los cilindros de soldado horizontal, el cilindro de corte de la funda y el cilindro que maneja la barra de estiramiento. El regulador principal de suministro de aire debe fijarse a 6 bares.

2.1 AJUSTE NEUMÁTICO

Los sistemas neumáticos son regulados en fábrica y no deben requerir ajustes a menos que haya ocurrido alguna falla de algún tipo o que los altos niveles de producción hayan forzado al dispositivo a salir fuera de su tolerancia. Antes de reemplazar cualquier componente, trate de ajustarlo como se describe en esta sección. Si el dispositivo no responde al ajuste, limpie el dispositivo y reemplace cualquier componente necesario.

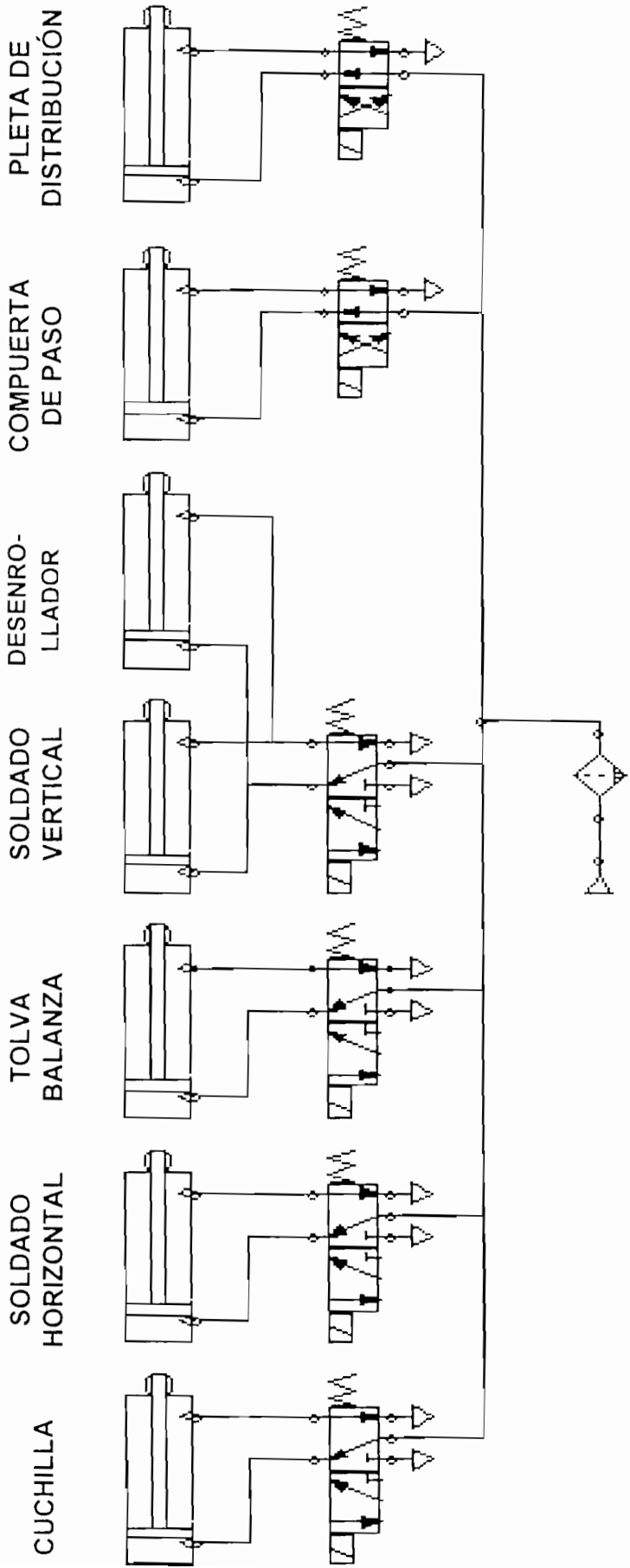


Figura.- Esquema de Conexiones de la Parte Neumática.

3. AJUSTES MECÁNICOS

3.1 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

La oportuna ejecución de los procedimientos de inspección, lubricación y mantenimiento indicados en esta sección ayudará a evitar fallas de funcionamiento de la máquina y aumentará su vida útil. Se recomienda completar las acciones de mantenimiento diaria y semanalmente.

3.2 TABLA DE MANTENIMIENTO

PROCEDIMIENTO	Ubicación	CANT.	ACCIÓN DE MANTENIMIENTO	INTERVALO
Rieles de soldado horizontal.	Conjunto de soldado horizontal.	2	Limpiar los rieles para impedir que el material se aglomere.	Una vez por turno.
Rieles de soldado horizontal.	Conjunto de soldado horizontal.	2	Lubricar los rieles con grasa.	Semanalmente
Guías de las matrices de soldado horizontal.	Conjunto de soldado horizontal.	2	Limpiar las guías para impedir que el material se aglomere.	Una vez por turno.
Guías de las matrices de soldado horizontal.	Conjunto de soldado horizontal.	2	Lubricar las guías con aceite de máquina.	Una vez por turno.
Cuchilla de corte	Detrás del conjunto de soldado horizontal.	1	Limpiar la cuchilla para impedir que el material se pegue.	Una vez por turno.
Cuchilla de corte	Detrás del conjunto de soldado horizontal.	1	Lubricar la cuchilla con aceite de máquina.	Una vez por turno.
Rulemanes de los rodillos de arrastre del plástico.	Conjunto de arrastre del plástico.	4	Lubricar los cojinetes con grasa.	Mensualmente.
Cadena de arrastre del plástico.	Gabinete eléctrico de la máquina.	1	Lubricar la cadena de arrastre con aceite.	Mensualmente.
Motor de arrastre del plástico.	Gabinete eléctrico de la máquina.	1	Lubricar el motor con grasa.	Anualmente.
Rieles de soldado vertical.	Conjunto de soldado vertical.	2	Limpiar los rieles para impedir que el	Una vez por turno.

			material se aglomere.	
Rieles de soldado Vertical.	Conjunto de soldado vertical.	2	Lubricar los rieles con grasa.	Semanalmente
Guías de la matriz de soldado Vertical.	Conjunto de soldado vertical.	2	Limpiar las guías para impedir que el material se pegue.	Una vez por turno.
Guías de la matriz de soldado vertical.	Conjunto de soldado vertical.	2	Lubricar las guías con aceite de máquina.	Una vez por turno.
Rodillo de compuerta de balanza/depósito.	Torre de la balanza.	2	Lubricar los rodillos de puerta de balanza/depósito con aceite.	Semanalmente
Amortiguamiento de la balanza (depósito de aceite).	Torre de la balanza.	1	Llenar el depósito de aceite del amortiguamiento de la balanza.	Mensualmente.

4. GUÍA DE DETECCIÓN Y SOLUCIÓN DE FALLAS

La información de esta sección debe servir como guía para detectar y corregir los problemas que se encuentren en la máquina. Los problemas indicados aquí son aquellos que ocurren como resultado del desgaste normal o de descuidos en la operación. El siguiente esquema ayudará al operador a diagnosticar el problema y encontrar una solución.

SISTEMA DE FABRICACIÓN DE FUNDAS

> Conjunto formador de la manga

1. Material difícil de pasar a través del formador.
2. El material no se puede alinear.

> Conjunto de soldado vertical

1. No funciona el dispositivo de salida.
2. Dobleces en el soldado vertical.
3. Soldado de costura débil.
4. En el visualizador se lee la temperatura de soldado vertical 000.

5. La temperatura de soldado es mayor o menor de la temperatura fijada.

➤ **Conjunto de soldado horizontal y corte de la funda**

1. No funcionan los dispositivos de salida.
2. Soldado horizontal débil.
3. Dobleces en el soldado horizontal.
4. La cuchilla no fractura la funda.
5. En el visualizador se lee la temperatura de soldado horizontal 000
6. La temperatura de soldado es mayor o menor de la temperatura fijada.

SISTEMA DE ARRASTRE DE LA LÁMINA DE POLIETILENO

1. La manga o la lámina de polietileno no se hala.
2. No funciona el motor.
3. No funciona el dispositivo de desenrollamiento de la lámina.

SISTEMA DE PONDERACIÓN

➤ **Conjunto de dosificación gravimétrica**

1. El conjunto no responde.
2. El peso real es menor o mayor que el peso fijado.
3. El peso real varía.
4. La compuerta de la tolva de ponderación se mantiene abierta
5. La compuerta de la tolva de ponderación no se abre
6. El producto se riega.
7. El producto no cae.

➤ **Conjunto de distribución del producto**

1. No funciona el dispositivo neumático.

PANEL DE CONTROL

1. No hay visualización en la pantalla.

2. Las luces indicadoras de encendido, paro de emergencia, proceso y pausa, no funcionan correctamente.
3. La luz indicadora de presencia de producto no funciona correctamente.
4. Las luces indicadoras de falta de fase no funcionan correctamente.

4.1 SISTEMA DE FORMACIÓN DE LA FUNDA

Conjunto formador de la manga		
	Causa probable	Solución posible
1. Material difícil de pasar a través del formador.	A. El material está incorrectamente pasado.	A1. Pase el material correctamente.
	B. Las solapas en forma de "V" estan muy ajustadas.	B1. Desajuste las solapas.
	C. El material se encuentra tenso.	C1. Antes de encender la máquina desenrolle un poco de material.
	D. El cilindro neumático de desenrollamiento no funciona.	D1. Verifique la alimentación de aire. D2. Verifique la conexión de la electroválvula que maneja el cilindro y su funcionamiento. D3. Revise el funcionamiento del cilindro neumático.
2. El material no se puede alinear.	A. El material está incorrectamente pasado.	A1. Pase el material correctamente.
	B. Los rodillos de arrastre no están correctamente regulados.	B1. Ajustar o aflojar los rodillos de tal manera que los dos lados ejerzan la misma presión.
	C. El formador esta mal ajustado.	C1. Ajustar o alinear el formador.

	D. El cilindro neumático de desenrollamiento no funciona.	<p>D1. Verifique la alimentación de aire.</p> <p>D2. Verifique la conexión de la electroválvula que maneja el cilindro y su funcionamiento.</p> <p>D3. Revise el funcionamiento del cilindro neumático.</p>
--	---	---

Conjunto de soldado vertical		
	Causa probable	Solución posible
1. No funciona el cilindro neumático.	A. No hay presión de aire.	<p>A1. Conectar el aire.</p> <p>A2. Ajustar los controles de flujo de aire de la unidad de mantenimiento o compresor y los conjuntos de válvulas.</p>
	B. No hay señal de salida a la electroválvula.	<p>B1. Comprobar todas las conexiones de energía y señales y reemplazar o ajustar los alambres.</p> <p>B2. Reemplazar el conector de la tarjeta de control del conjunto de formación de la funda.</p> <p>B3 reemplazar el suministro de energía de DC.</p> <p>B4. Revisar el correcto funcionamiento de la tarjeta de control del conjunto de formación de la funda.</p> <p>B5. Reemplazar la tarjeta de control del conjunto de formación de la funda.</p>
	C. Dispositivo neumático defectuoso.	<p>C1. Reemplazar y/o limpiar la electroválvula de aire.</p> <p>C2. Reemplazar el cilindro neumático.</p>
	D. Dispositivo mecánico defectuoso.	D1. Comprobar los ajustes mecánicos y corregirlos según sea necesario.

2. Dobleces en el soldado vertical.	A. El material está incorrectamente pasado.	A1. Pase el material correctamente.
3. Soldado de costura débil.	A. Materia extraña en la matriz de soldado.	A1. Limpiar la matriz de soldado. Nota: La matriz está cubierta con teflón. No usar un cepillo abrasivo.
	B. Caucho de amortiguamiento y cinta de teflón desgastados.	B1. Reemplazar si es necesario.
	C. Incorrecta temperatura y tiempo de permanencia en la matriz de soldado.	C1. Ajustar los valores de temperatura y tiempo de permanencia. C2. Calibrar los acondicionadores de temperatura.
	D. la matriz de soldado no está debidamente fijada en su sitio.	D1. Fijar nuevamente la barra a una posición firmemente asegurada.
	E. Resistencia de calentamiento defectuosa.	E1. Reemplazar si es necesario.
	F. Tarjeta acondicionadora de temperatura defectuosa.	F1. Reemplazar la tarjeta de acondicionamiento de temperatura.
4. En el visualizador se lee la temperatura de soldado vertical 000.	A. No hay señal de temperatura.	A1. Comprobar todas las conexiones de energía y señales y reemplazar o ajustar los conectores de la tarjeta acondicionadora de temperatura.
	B. Tarjeta acondicionadora de temperatura defectuosa.	B1. Reemplazar la tarjeta de acondicionamiento de temperatura.
	C. Canal A/D defectuoso.	C1. Reemplazar el microcontrolador Pic 16f877 de la tarjeta formadora de la funda.
5. La temperatura de soldado es mayor o menor de la	A. Tarjeta acondicionadora de temperatura descalibrada.	A1. Ajustar los valores de temperatura.

temperatura fijada.		
Conjunto de soldado horizontal y corte de la funda		
	Causa probable	Solución posible
1. No funcionan los cilindros neumáticos.	Las causas y las posibles soluciones se explican anteriormente en el Conjunto de soldado vertical.	
2. Soldado horizontal débil.	Las causas y las posibles soluciones se explican anteriormente en el Conjunto de soldado vertical.	
3. Doblecetes en el soldado horizontal.	Las causas y las posibles soluciones se explican anteriormente en el Conjunto de soldado vertical.	
4. La cuchilla no fractura la funda.	A. Dispositivo neumático defectuoso.	A1. Reemplazar y/o limpiar la electroválvula de aire. A2. Reemplazar el cilindro neumático.
	B. Cuchilla atascada.	B1. Alinear la cuchilla de tal manera que su recorrido sea libre.
	C. Cuchilla bronca.	C1. Afilar la cuchilla o reemplazarla si el caso amerita.
5. En el visualizador se lee la temperatura de soldado horizontal 000	Las causas y las posibles soluciones se explican anteriormente en el Conjunto de soldado vertical.	
6. La temperatura de soldado es mayor o menor de la temperatura fijada.	Las causas y las posibles soluciones se explican anteriormente en el Conjunto de soldado vertical.	

4.2 SISTEMA DE ARRASTRE DE LA LÁMINA

	Causa probable	Solución posible
1. La manga o la lámina de polietileno no se puede halar.	A. El cilindro neumático de desenrollamiento no funciona.	A1. Verifique la alimentación de aire. A2. Verifique la conexión de la electroválvula que maneja el cilindro y su funcionamiento. A3. Revise el funcionamiento del cilindro neumático.

	B. El material está incorrectamente pasado.	B1. Pase el material correctamente.
	C. Los rodillos de arrastre no están correctamente regulados.	C1. Ajustar o aflojar los rodillos de tal manera que los dos lados ejerzan la misma presión.
	D. Los rodillos no arrastran.	D1. Cambiar los rodillos si es necesario.
	E. Cadena remordida.	E1. Asegurarse que la cadena mantenga su recorrido libre de obstáculos.
2. No funciona el motor.	A. Fusible(s) quemado(s).	A1. Reemplazar según sea necesario.
	B. Disyuntor del motor defectuoso.	B1. Reemplazar según sea necesario.
	C. Tarjeta de formación de la funda y/o conexiones defectuosas.	C1. Reemplazar tarjeta. C2. comprobar la conexión de cables entre la tarjeta y el disyuntor.
	D. Motor defectuoso.	D1. Reemplazar según sea necesario.
3. No funciona el dispositivo neumático de desenrollamiento de la lámina.	Las causas y las posibles soluciones se explican anteriormente en el Conjunto de soldado vertical.	

4.3 SISTEMA DE PONDERACIÓN

Conjunto de dosificación gravimétrica		
	Causa probable	Solución posible

1. El conjunto no responde.	A. Tarjeta del sistema de ponderación y/o conexiones defectuosas.	A1. Reemplazar tarjeta. A2. comprobar la conexión de cables entre la tarjeta del sistema de formación de fundas y la tarjeta del sistema de ponderación. (bus de datos) A3. Comprobar las conexiones de alimentación de la tarjeta.
2. El peso real es menor o mayor que el peso fijado.	A. Tarjeta acondicionadora de peso descalibrada.	A1. Ajustar los valores de peso. A2. Encerar la balanza.
3. La compuerta de la tolva de ponderación se mantiene abierta.	A. El producto esta atascado en la tolva.	A1. Inspeccionar visualmente el área de la balanza y/o tolva de ponderación y limpiar cualquier residuo.
	B. El cilindro neumático de apertura de la compuerta no funciona.	B1. Verifique la alimentación de aire. B2. Verifique la conexión de la electroválvula que maneja el cilindro y su funcionamiento. B3. Revise el funcionamiento del cilindro neumático.
	C. La tolva no está colocada correctamente.	C1. Colocar la tolva firmemente un su soporte de manera que no interfiera con la operación de la puerta.
4. La compuerta de la tolva de ponderación no se abre.	A. El cilindro neumático de apertura de la compuerta no funciona.	A1. Verifique la alimentación de aire. A2. Verifique la conexión de la electroválvula que maneja el cilindro y su funcionamiento. A3. Revise el funcionamiento del cilindro neumático.

5. El producto se riega.	A. Obstrucción física alrededor del área de la compuerta de la tolva de ponderación.	A1. Inspeccionar visualmente el área de la compuerta. Retirar o reparar cualquier obstrucción física.
	B. El brazo que abre la compuerta de la tolva de ponderación está fuera de regulación, haciendo que la puerta no cierre.	B1. Ajustar la posición del brazo de manera de no interferir con la operación de la puerta.
	C. Los resortes de la compuerta de la tolva de ponderación están funcionando mal.	C1. Inspeccionar visualmente el resorte. Reparar o reemplazar según sea necesario.
	D. La compuerta de la tolva de ponderación físicamente dañada o fuera de alineamiento.	D1. Inspeccionar visualmente la compuerta. Arreglar la compuerta para que cierre completamente.
6. El producto no cae.	A. El cilindro neumático de apertura de la compuerta de paso no funciona.	A1. Verifique la alimentación de aire. A2. Verifique la conexión de la electroválvula que maneja el cilindro y su funcionamiento. A3. Revise el funcionamiento del cilindro neumático.
	B. Producto acumulado que obstruye el paso del producto.	B1. Limpiar el conducto para que pase el producto. Nota: se debe tomar en cuenta que la máquina esta diseñada para enfundar grano seco de pequeño volumen.
	C. No existe producto en la tolva primaria.	C1. Cerciorarse que existe producto en la tolva primaria y si no colocar el producto necesario.
7. Los cilindros neumáticos no responden.	Las causas y las posibles soluciones se explican anteriormente en el Conjunto de soldado vertical.	

Conjunto de distribución del producto

	Causa probable	Solución posible
1. No funciona el dispositivo neumático.	Las causas y las posibles soluciones se explican anteriormente en el Conjunto de soldado vertical.	

4.4 PANEL DE CONTROL

Panel de control		
	Causa probable	Solución posible
1. No hay visualización en la pantalla.	A. Incorrecto suministro de energía de 110 Vca a la alimentación de la fuente.	A1. Verificar los fusibles de la línea y reemplazar según sea necesario. A2. Ajustar cualquier conexión.
	B. Incorrecto suministro de 5 Vdc a la tarjeta del sistema de ingreso y visualización de datos y/o al LCD.	B1. Ajustar cualquier conexión que esté floja en los alambres de alimentación.
	C. Conexión defectuosa entre la tarjeta del sistema de ingreso y visualización de datos y el LCD.	C1. Verificar todas las conexiones del bus de datos.
	D. Tarjeta del sistema de ingreso y visualización de datos defectuosa.	D1. Reemplazar según sea necesario.
2. Las luces indicadoras de encendido, paro de emergencia, proceso y paro/continua, no funcionan correctamente.	A. Incorrecto suministro de energía de 110 Vca a la alimentación de la fuente.	A1. Verificar los fusibles de la línea y reemplazar según sea necesario. A2. Ajustar cualquier conexión.
	B. Tarjeta del sistema de ingreso y visualización de datos defectuosa.	B1. Reemplazar según sea necesario.
3. La luz indicadora de presencia de producto no funciona correctamente.	A. Incorrecto suministro de 5 Vdc a la tarjeta del sistema de ingreso y visualización de datos y/o al LCD.	A1. Ajustar cualquier conexión que esté floja en los alambres de alimentación.
	B. Led indicador quemado.	B1. Reemplazar el led.
	C. Tarjeta del sistema de ingreso y visualización de datos defectuosa.	C1. Reemplazar según sea necesario.
4. Las luces indicadoras de falta de fase no funcionan	A. Incorrecto suministro de 5 Vdc a la tarjeta del sistema de ingreso y visualización de datos y/o al LCD.	A1. Ajustar cualquier conexión que esté floja en los alambres de alimentación.

correctamente.	B. Led indicador quemado.	B1. Reemplazar el led.
	C. Tarjeta detectora de fase defectuosa.	C1. Reemplazar según sea necesario.

5. PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA DE LA MÁQUINA

Para que la máquina opere lo más exactamente posible, debe ser limpiada periódicamente. El exceso de residuos del producto puede dañar el rendimiento de la máquina. Seguir el procedimiento de limpieza que se indica a continuación:

1. Retirar la tolva de distribución, las tolvas de la balanza y la tolva primaria. No apoyarse en la balanza.
2. Retirar el material de empaque de la fábrica de fundas.
3. Usar una manguera de aire para limpiar cualquier producto suelto en la balanza, motor, alimentador, pistones, matrices, embudo de distribución y áreas expuestas al contacto del producto. No usar mangueras de agua en ninguna parte de la máquina.
4. Usar un paño húmedo para limpiar las tolvas de balanza, primaria y de distribución
5. Limpiar y aceitar las rieles de las guías.
6. Volver a colocar todas las partes retiradas.