

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE COMPENSACIÓN A LA VELOCIDAD DE ACARREO DE HEBRA DE TABACO

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO
ELECTROMECAÁNICO**

MARIO RODRIGO CONSTANTE HERNÁNDEZ

mario_rodrigo21@yahoo.com

CHRISTIAN EDUARDO PINTADO LOJANO

chrissedu@hotmail.com

DIRECTOR: ING. GERMÁN CASTRO MACANCELA

Quito, Mayo 2009

DECLARACIÓN

Nosotros, Mario Rodrigo Constante Hernández y Christian Eduardo Pintado Lojano, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada 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.

Mario Constante Hernández

Christian Pintado Lojano

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por los señores Mario Rodrigo Constante Hernández y Christian Eduardo Pintado Lojano, bajo mi supervisión.

ING. GERMÁN CASTRO MACANCELA
DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

A la Empresa GAMMA SERVICIOS ELECTRÓNICOS, quienes hicieron posible la realización de este Proyecto, de manera especial a la Ing. Sonia Arpi, y al Ing. Jhonny Mena.

Al Ing. Germán Castro Macancela por su amistad y excelente dirección en la ejecución del Proyecto de Titulación.

MARIO Y CHRISTIAN

DEDICATORIA

El presente trabajo esta dedicado a mis padres Mario y Clarita, quienes con su dedicación y amor fueron los pilares fundamentales para poder culminar con éxito mi formación académica.

A mi hermano Lenin por sus palabras de aliento que nunca faltaron.

A mi esposa Taty quien me brindo su apoyo y confianza en los momentos difíciles.

De manera especial a mi hijo Gabriel quien con su amor y ternura fue la fuente de inspiración en la ejecución de este proyecto.

MARIO

DEDICATORIA

El presente esta dedicado principalmente a mis padres Juan y Anita, por la confianza, comprensión y apoyo depositado durante toda mi vida, gracias por su esfuerzo y sacrificio que hizo posible alcanzar un objetivo.

A mis dos hermanos Oscar y Richard por estar ahí siempre apoyando.

A los amigos incondicionales que me brindaron su amistad honesta y sincera.

CHRISTIAN

CONTENIDO

CONTENIDO	I
RESUMEN	IX
PRESENTACIÓN	X

CAPÍTULO I

SISTEMAS DE TRANSPORTE DE PEQUEÑOS MATERIALES SÓLIDOS

1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 TRANSPORTE POR CINTAS	2
1.2.1 FUNCIONAMIENTO DE UNA CINTA TRANSPORTADORA.....	2
1.2.2 MATERIALES A TRANSPORTAR Y TAMAÑOS.....	3
1.2.3 EMPLEOS DE LAS CINTAS TRANSPORTADORAS.....	4
1.2.4 CAPACIDADES A TRANSPORTAR Y LONGITUDES	4
1.2.5 VENTAJAS AMBIENTALES Y DE SEGURIDAD	5
1.2.6 FACILIDAD DE CARGA Y DESCARGA	5
1.2.7 COMPONENTES DE UNA CINTA TRANSPORTADORA	6
1.2.7.1 Bandas transportadoras.....	6
1.2.7.1.1 Tipos principales.	7
1.2.7.1.2 Constitución de la banda.....	7
1.2.7.2 Rodillos y Soportes.	7
1.2.7.2.1 Funciones de los Rodillos.....	8
1.2.7.2.2 Tipos de Rodillos	8
1.2.7.3 Tambores.....	9
1.2.7.3.1 Tipos de Tambores y funciones que realizan.	10
1.2.7.4 Tensores de banda	10
1.2.7.5 Bastidores.	11

1.2.7.6 Frenos y Mecanismos Antiretorno.....	11
1.2.7.7 Reductores.....	11
1.3 TRANSPORTE POR RODILLOS	12
1.3.1 TIPOS DE RODILLOS TRANSPORTADORES	13
1.3.1.1 Transportador de rodillos motorizado	13
1.3.1.1.1 De rodillo vivo por cadena.....	13
1.3.1.1.2 De rodillo vivo por cadena, de rodillo a rodillo	14
1.3.1.2 Transportador de rodillos por gravedad.....	14
1.3.1.3 Transportador de rodillos de carga pesada	15
1.4 TRANSPORTE POR CANGILONES	15
1.4.1 PARTES COMPONENTES	17
1.4.2 APLICACIONES	18
1.5 TRANSPORTE NEUMÁTICO	19
1.5.1 INTRODUCCIÓN.....	19
1.5.2 FACTORES PARA SELECCIONAR EL SISTEMA.....	21
1.5.3 TRANSPORTADORES NEUMÁTICOS A PRESIÓN.....	21
1.5.3.1 Clasificación	22
1.5.3.1.1 Alimentador de cierre positivo de aire rotatorio	22
1.5.3.1.2 Bomba de sólidos.....	23
1.5.4 TRANSPORTADORES NEUMÁTICOS DE VACÍO O SUCCIÓN.....	23
1.5.4.1 Elementos de un sistema de transporte en vacío	24
1.5.5 TRANSPORTADORES NEUMÁTICOS COMBINADOS	25
1.6 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO DE ACARREO DE HEBRA DE TABACO	26

CAPÍTULO II

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MANDO Y CONTROL

2.1 INTRODUCCIÓN.....	29
2.2 ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES DE FUNCIONAMIENTO.....	29
2.2.1 DIFICULTADES DEL SISTEMA.....	30
2.2.1.1 Pedido aleatorio	30

2.2.1.2	Velocidades de transporte de hebra	31
2.2.2	CONSECUENCIAS	31
2.2.2.1	Desintegración de la hebra	31
2.2.2.2	Funcionamiento inestable del ventilador	31
2.2.2.3	Efecto mecánico en las tuberías del mainfold	31
2.3	CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SISTEMA DE COMPENSACIÓN PROPUESTO	32
2.3.1	ANTECEDENTES	32
2.4	REQUERIMIENTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN	33
2.5	IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA	34
2.5.1	ELEMENTO SENSOR	34
2.5.1.1	Montaje de finales de carrera	35
2.5.1.2	Cableado de finales de carrera	36
2.5.1.3	Conexión de finales de Carrera	38
2.5.2	MONTAJE DE TABLEROS	38
2.5.2.1	Tablero de Control	39
2.5.2.2	Tablero Electroneumático	40
2.5.3	MONTAJE DE TUBERIAS	40
2.5.3.1	Tubería exterior para el tendido eléctrico hacia los actuadores	41
2.5.3.2	Tubería Neumática	41
2.5.4	VÁLVULAS DE COMPENSACIÓN	42
2.5.4.1	Elección del diámetro adecuado de las Válvulas de compensación	42
2.5.4.2	Descripción de Válvulas de compensación a ser implementadas	42
2.5.4.2.1	Válvulas de Mariposa	42
2.5.4.3	Actuador Neumático	44
2.5.4.4	Montaje de Válvulas de compensación	45
2.6	IMPLEMENTACIÓN DE TABLEROS	47
2.6.1	TABLERO ELECTRONEUMÁTICO	47
2.6.1.1	Descripción de los componentes del tablero	47
2.6.1.1.1	Electroválvula	47
2.6.1.1.1.1	Accesorios para válvula	48
2.6.1.1.2	Sensor de presión	50
2.6.1.1.3	Unidad de mantenimiento neumático	50

2.6.1.1.4	<i>Tubería flexible neumática</i>	51
2.6.1.1.5	<i>Borneras de Conexión</i>	51
2.6.1.1.6	<i>Protecciones</i>	51
2.6.1.1.7	<i>Canaletas</i>	51
2.6.1.1.8	<i>Riel DIN</i>	51
2.6.1.1.9	<i>Terminales para cable tipo punta, horquilla, anillo</i>	51
2.6.1.2	Implementación del tablero Electroneumático	52
2.6.2	TABLERO DE CONTROL	53
2.6.2.1	Bloque A	55
2.6.2.1.1	<i>Bornes de conexión</i>	56
2.6.2.1.2	<i>Bornes porta fusibles</i>	56
2.6.2.1.3	<i>Fuente</i>	56
2.6.2.2	Bloque B	58
2.6.2.2.1	<i>Criterios de selección de PLC</i>	58
2.6.2.2.2	<i>Determinación de entradas y salidas</i>	58
2.6.2.2.3	<i>Selección del PLC</i>	59
2.6.2.2.4	<i>El PLC S7200</i>	60
2.6.2.2.5	<i>Conexión S7200</i>	60
2.6.2.2.6	<i>Montaje del S7200</i>	61
2.6.2.2.7	<i>Accesorios Cable PC/PPI</i>	61
2.6.2.2.8	<i>Modulo de Ampliación EM222</i>	62
2.6.2.2.9	<i>TD 200</i>	62
2.6.2.3	Bloque C	63
2.6.2.3.1	<i>Relés</i>	63
2.6.2.4	Bloque D	64
2.6.2.5	Bloque E	64
2.6.2.5.1	<i>Luces piloto</i>	65
2.6.3	IMPLEMENTACIÓN DEL TABLERO ELÉCTRICO	66
2.6.3.1	Diagrama de conexiones del circuito de control y fuerza	67
2.6.3.2	Elementos necesarios para el montaje del TD200.	72

CAPÍTULO III

DISEÑO DEL SOFTWARE PARA EL SISTEMA DE COMPENSACIÓN

3.1 INTRODUCCIÓN.....	73
3.2 AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL CON EL PLC S7-200 CPU 224 XP SIEMENS.	73
3.2.1 SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN STEP 7-MICRO/WIN	73
3.2.1.1 Requisitos del sistema operativo de la PC	74
3.2.1.2 STEP 7 MicroWin	74
<i>3.2.1.2.1 Aspecto general</i>	<i>74</i>
<i>3.2.1.2.2 Introducir de órdenes.</i>	<i>75</i>
<i>3.2.1.2.3 Introducción de comentarios</i>	<i>76</i>
<i>3.2.1.2.4 Direccionamiento simbólico.....</i>	<i>77</i>
<i>3.2.1.2.5 Compilar.....</i>	<i>77</i>
3.2.2 CONSIDERACIONES HA SER TOMADAS PARA LA PROGRAMACIÓN.....	78
3.2.3 PROGRAMA IMPLEMENTADO	79
3.2.4 ALGORITMO DE CONTROL PROPUESTO	79
3.2.4.1 Escenario 1	79
3.2.4.2 Escenario 2	79
3.2.4.3 Escenario 3	79
3.2.4.4 Escenario 4	80
3.2.4.5 Escenario 5	80
3.2.5 CONTROL DEL PROCESO DE COMPENSACIÓN	82
3.2.5.1 Ejecución de las condiciones iniciales de operación del sistema de compensación	83
<i>3.2.5.1.1 Suministro eléctrico necesario</i>	<i>83</i>
<i>3.2.5.1.2 Aire comprimido</i>	<i>83</i>

3.2.5.1.3 Ventilador de succión	83
3.2.5.2 Activación/desactivación del sistema de compensación	85
3.2.5.2.1 Activado	85
3.2.5.2.2 Desactivado	85
3.2.5.3 Máquinas pidiendo hebra	86
3.2.5.4 Comparar número N abrir o cerrar válvulas de compensación	88
3.3 INTERFAZ HOMBRE MÁQUINA CON EL PANEL DE	
MICROAUTOMATIZACIÓN TD 200	90
3.3.1 DESCRIPCIÓN TÉCNICA.....	90
3.3.2 CONFIGURAR EL MICRO WIN 32 PARA EL TD 200.....	90
3.3.2.1 Asistente para la configuración	91

CAPÍTULO IV

MANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO, ANÁLISIS DE PRUEBAS Y RESULTADOS

4.1 MANUAL DE OPERACIÓN	95
4.1.1 INTRODUCCIÓN.....	95
4.1.2 OPERACIÓN DEL SISTEMA DE COMPENSACIÓN.....	95
4.1.2.1 Desactivado del sistema de compensación (SC).....	95
4.1.2.2 Activado del sistema de compensación (SC).	95
4.1.2.2.1 Modo normal	96
4.1.3 CONDICIONES INICIALES DE OPERACIÓN.....	96
4.1.3.1 Efectos de no cumplir con las condiciones iniciales.....	96
4.1.4 DESACTIVADO DEL SISTEMA DE COMPENSACIÓN	97
4.1.4.1 Secuencia de operación para desactivado del SC.	97
4.1.4.1.1 Verificar condiciones iniciales.	97
4.1.4.1.2 Seleccionar “desactivado”.....	98
4.1.4.1.3 Desenergizar.....	98
4.1.4.1.4 Arrancar el ventilador.....	98

4.1.5 ACTIVADO DEL SISTEMA DE COMPENSACIÓN	98
4.1.5.1 Secuencia de operación para el activado del SC	98
4.1.5.1.1 <i>Verificar condiciones iniciales</i>	98
4.1.5.1.2 <i>Seleccionar “activado”</i>	99
4.1.5.1.3 <i>Arrancar el ventilador</i>	99
4.1.5.1.4 <i>Salir de operación</i>	99
4.1.6 CONFIGURACION DEL MODO DE OPERACIÓN EN EL	
PANEL TD200	99
4.1.7 MANUAL RAPIDO DE PUESTA EN MARCHA	100
4.1.8 MENSAJES DE INFORMACIÓN EN LA PANTALLA DEL TD200	100
4.2 MANUAL DE MANTENIMIENTO	101
4.2.1 PRECAUCIONES DE SEGURIDAD	102
4.2.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO	102
4.2.2.1 Mantenimiento de los tableros de Control y Electroneumático	102
4.2.2.2 Mantenimiento del Sistema Neumático	103
4.2.2.3 Mantenimiento general del sistema	103
4.3 PRUEBAS	104
4.3.1 PRUEBAS Y SIMULACIÓN DE LOS PROGRAMAS	104
4.3.2 PRUEBAS DEL TABLERO DE CONTROL	104
4.3.2.1 Pruebas de alimentación de voltajes	104
4.3.2.2 Pruebas de cableado de señales I/O al PLC	105
4.3.3 PRUEBAS DE ENCENDIDO Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA ...	106
4.3.3.1 Pruebas de encendido	106
4.3.3.2 Pruebas de apagado	106
4.4 CONCLUSIONES	107
4.5 RECOMENDACIONES	109

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ANEXO A

- A-1** DIAGRAMA UNIFILAR TABLERO DE CONTROL
- A-2** DIAGRAMA UNIFILAR TABLERO DE CONTROL
- A-3** DIAGRAMA UNIFILAR TABLERO DE CONTROL
- A-4** DIAGRAMA UNIFILAR TABLERO DE CONTROL
- A-5** DIAGRAMA UNIFILAR TABLERO ELECTRONEUMÁTICO
- A-6** DIAGRAMA UNIFILAR TABLERO DE CONTROL
- A-7** DIAGRAMA NEUMÁTICO SISTEMA IMPLEMENTADO
- A-8** DISTRIBUCIÓN DE ELEMENTOS TABLERO ELECTRONEUMATICO
- A-9** DISTRIBUCIÓN DE ELEMENTOS TABLERO DE CONTROL
- A-10** DISTRIBUCIÓN DE ELEMENTOS TABLERO DE CONTROL
- A-11** DIAGRAMA MULTIFILAR SISTEMA IMPLEMENTADO

ANEXO B

- B-1** DATOS TECNICOS FINAL DE CARRERA
- B-2** NORMA DE SEÑALIZACION DE TUBERIAS
- B-3** DATOS TÉCNICOS VALVULAS DE MARIPOSA
- B-4** DATOS TÉCNICOS ACTUADOR GIRATORIO NEUMÁTICO
- B-5** DATOS TÉCNICOS PRESOSTATO
- B-6** DATOS TÉCNICOS FILTRO REGULADOR FESTO
- B-7** DATOS TÉCNICOS LBRICADOR FESTO
- B-8** FUENTE SITOP SIEMENS
- B-9** CARACTERISTICAS PLC SIEMENS SICMANTIC S7 200 CPU 224XP
- B-10** CARACTERISTICAS MODULO DE AMPLIACION SIEMENS EM222
- B-11** DATOS TÉCNICOS TD200
- B-12** CARACTERISTICAS RELE SIEMENS LZX
- B-13** CARACTERISTICAS TRANSFORMADOR GENERAL ELECTRIC

ANEXO C

LADER DEL SISTEMA IMPLEMENTADO

RESUMEN

El proyecto consta de cuatro capítulos donde se describe la implementación de un sistema de compensación que puede ser aplicable a procesos relacionados con el arrastre de materiales a través de succión o soplado, analizando los requerimientos específicos, propios de la planta en la que se desarrolle.

En el capítulo uno se presenta una descripción de los sistemas de transporte de pequeños materiales sólidos, su descripción, partes constitutivas, sus tipos, usos y aplicaciones en las industrias, se reconoce también la importancia de estos dentro del proceso productivo.

En el capítulo dos se hace un análisis de las condiciones del transporte de hebra de tabaco antes de la implementación, sus dificultades, problemas y las consecuencias que estas ocasionan tanto en la producción como en la materia prima, además se detalla la implementación y montaje del sistema, la descripción técnica de sus partes constitutivas, así como también su funcionalidad para la operación.

El capítulo tres corresponde al software de programación, mencionando el flujo grama del sistema de compensación implementado, realizando a manera de introducción el manejo del programa Step 7-Micro/WIN 32, así como el asistente del TD200, con el objetivo de conformar el ladder que ejecuta el sistema.

En el capítulo cuatro se mencionan los manuales de usuario y mantenimiento del proyecto ejecutado, además de las respectivas pruebas realizadas mencionando conclusiones y recomendaciones.

Finalmente los anexos A, B, C hacen referencia a los diagramas de conexiones, características técnicas de los equipos implementados y el programa cargado al PLC.

PRESENTACIÓN

En la actualidad las industrias que utilizan el transporte neumático de succión o soplado para la transferencia de su materia prima, están propensas a factores que deterioran el material transportado, viéndose reflejado en pérdidas económicas, como es el caso del acarreo de hebra de tabaco. Con este precedente la Empresa GAMMA SERVICIOS ELECTRONICOS, nos permite desarrollar el proyecto de un sistema de compensación a la velocidad del acarreo de hebra de tabaco.

La implementación del sistema de compensación toma como punto de partida las variaciones de velocidad y presión del acarreo de hebra de tabaco, así como también la existencia de un pedido aleatorio de las máquinas elaboradoras, las cuales producen perturbaciones en todo el sistema de succión.

Se utilizan para el efecto, técnicas modernas de control, complementadas con un sistema de periféricos eléctricos y mecánicos.

El presente proyecto de titulación tiene el propósito de que, el sistema propuesto se convierta en una herramienta útil y de fácil manejo para el personal de la planta, así como también para la producción de cigarrillos de calidad, que puedan ser ofertados no solo en este país sino en países extranjeros que así lo requieran.

CAPITULO I

SISTEMAS DE TRANSPORTE DE PEQUEÑOS MATERIALES SÓLIDOS

1.1 INTRODUCCIÓN

Los medios de transporte de materiales tienen diferentes características y en diversas presentaciones. Para la selección de los equipos, es necesario tener en cuenta el lugar disponible para el desplazamiento, la distribución de la planta, la cantidad y el volumen del material a movilizar, la frecuencia requerida para el traslado, la seguridad del personal, la conservación del material y otros.

Los equipos transportadores sirven para una gran variedad de propósitos en casi todas las industrias así como en otras actividades comerciales y de servicios, estos permiten el transporte con un flujo uniforme de una operación a otra, además de efectuar muchas otras funciones tales como distribuir el material, carga a granel¹ y el llenado de contenedores, ya que su función principal es garantizar la continuidad de las operaciones teniendo en cuenta sus características, aplicaciones y tipos.

El transporte de materiales está orientado a simplificar procesos, optimizar los espacios, incrementar productividad, brindar control y competitividad. La gran variedad de transportadores hacen de esta máquina un auxiliar indispensable en la industria y en otras actividades, para ello se los explicará más detalle, de tal manera que nos permita tener una visión clara de la importancia de estos equipos.

Con tal propósito se describe los sistemas de transporte por cintas, por rodillos, por cangilones, neumático de presión y succión.

¹ **A granel.**- Materias sólidas particuladas transportadas sin empaquetar, depositada o vertida con una pala, balde o cangilón.

1.2 TRANSPORTE POR CINTAS

En la actualidad, el procesamiento de un producto industrial, agroindustrial, agrícola y minero están sujetos a diferentes movimientos, ya sean en sentido vertical, horizontal e inclinados.

Las Cintas Transportadoras Fig. 1.1, vienen desempeñando un rol muy importante en los diferentes procesos industriales y esta se debe a varias razones entre las que destacamos: las grandes distancias a las que se efectúa el transporte, su facilidad de adaptación al terreno, su gran capacidad, la posibilidad de acarrear diversos materiales (minerales, vegetales, combustibles, fertilizantes, materiales empleados en la construcción etc.)



Fig. 1.1 Cinta transportadora

1.2.1 FUNCIONAMIENTO DE UNA CINTA TRANSPORTADORA

Este tipo de transportadoras continuas están constituidas básicamente por una banda sinfín flexible que se desplaza apoyada sobre rodillos de giro libre. El desplazamiento de la banda se realiza por la acción de arrastre que le transmite uno de los tambores extremos, generalmente el situado en comienzo.

Todos los componentes y accesorios del conjunto se disponen sobre un bastidor, casi siempre metálico, que les da soporte y cohesión. Básicamente existen dos tipos de cintas, fijas y móviles.

Se denominan cintas fijas a aquéllas cuyo emplazamiento no puede cambiarse.

Las cintas móviles están provistas de ruedas u otros sistemas que permiten su fácil cambio de ubicación; generalmente se construyen con altura regulable, mediante un sistema que permite variar la inclinación de transporte a voluntad.

1.2.2 MATERIALES A TRANSPORTAR Y TAMAÑOS.

Los primeros materiales que se transportan por cinta y de los que se tiene noticia histórica, fueron los cereales, las harinas y salvados derivados de los mismos, con posterioridad, el otro producto más transportado fue el carbón, en capacidades y distancias pequeñas desde el punto de vista actual.

Las cintas transportadoras acarrean materiales diversos por ejemplo:

- **Materiales empleados en la construcción.** Arcilla (fina, seca), arena (seca, húmeda), asfalto (para pavimentos), caliza (molida, triturada, agrícola, hidratada), cemento, cenizas, granito, hormigón, grava, tierras, etc.
- **Combustibles.** Antracita, (de petróleo calcinado y metalúrgico salido del horno), carbón, hulla, lignito, etc.
- **Fertilizantes.** Fosfato (granulado, pulverizado), guanos, nitratos, sulfatos, sales, urea, etc.
- **Minerales.** Aluminio, alumbre, azufre, cobre, hierro, grafito, magnesio, plomo, yeso, etc.
- **Alimentos y Productos de Origen Vegetal.** Azúcar, aceitunas, algodón, café, cacao, guisantes, harinas, papas, maíz, nueces, remolachas, tabaco, etc.

1.2.3 EMPLEOS DE LAS CINTAS TRANSPORTADORAS.

El empleo de las Cintas Transportadoras Fig. 1.2 es muy diverso entre las cuales podemos destacar los siguientes:

- Las industrias extractivas (minas subterráneas y a cielo abierto, canteras).
- Las Industrias Siderúrgicas (parques de carbón y minerales).
- Instalaciones portuarias de almacenamiento, carga y descarga de barcos.
- Centrales Térmicas (parques de almacenamiento y transporte a quemadores de carbón, así como la evacuación de las cenizas producidas)
- Agroindustrias azucareras (Transporte de bagazo, cachaza).
- Industria Automotriz.
- Industria Químico - Farmacéutica.

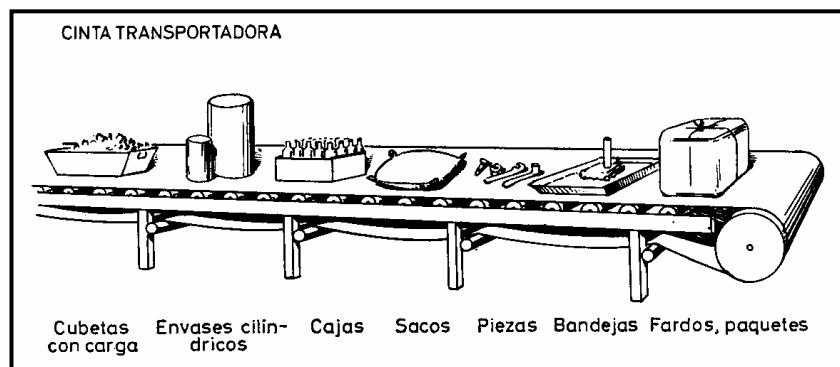


Fig. 1.2 Usos de las cintas transportadoras

1.2.4 CAPACIDADES A TRANSPORTAR Y LONGITUDES.

Teniendo en cuenta el progreso realizado en la fabricación de cintas, tanto en su amplitud (hasta 2m.), como en calidad, es común en la actualidad el transporte de hasta 10000 T/Hora, existiendo cintas que transportan hasta 50000 T/Hora; en lo que respecta a la longitud, existen cintas de hasta 30 Km Fig. 1.3



Fig. 1.3 Transporte por cintas de largas distancias

1.2.5 VENTAJAS AMBIENTALES Y DE SEGURIDAD.

Implementando un recubrimiento adecuado de las cintas Fig. 1.4, es posible evitar la dispersión del polvo producido durante el transporte, contribuyendo a mantener una atmósfera limpia.

En la actualidad es posible reducir por completo la emisión de polvo al exterior mediante la instalación de cintas tubulares, esto es importante si la cinta está próxima a núcleos urbanos.



Fig. 1.4 Transporte por cintas cubiertas

1.2.6 FACILIDAD DE CARGA Y DESCARGA

Aunque en general las cintas transportadoras se cargan en un extremo de las mismas, es posible efectuar la carga en un punto cualquiera de las mismas, mediante dispositivos diversos (Tolvas, descarga directa desde otra cinta, etc.).

La descarga de las cintas transportadoras se efectúa generalmente en la cabeza, pero es posible hacerla también en cualquier punto fijo de las mismas, o de una forma continua, empleando disposiciones constructivas adecuadas, (Carros descargadores, llamados comúnmente Trippers).

1.2.7 COMPONENTES DE UNA CINTA TRANSPORTADORA

A continuación se describe las principales partes de una cinta transportadora Fig. 1.5:

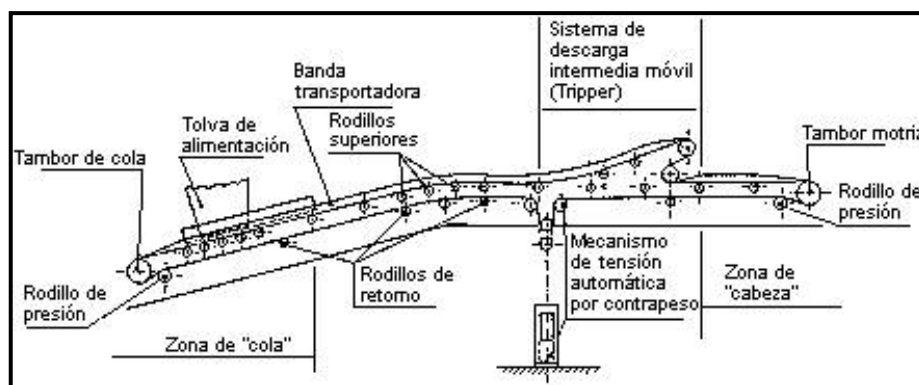


Fig. 1.5 Componentes de una cinta transportadora

1.2.7.1 Bandas transportadoras

La función principal de la banda Fig. 1.6 es soportar directamente el material a transportar y desplazarlo desde el punto de carga hasta el de descarga, razón por la cual se la puede considerar el componente principal de las cintas transportadoras.



Fig. 1.6 Banda transportadora

1.2.7.1.1 *Tipos principales.*

Pueden llevarse a cabo las siguientes clasificaciones de las bandas:

- Según el tipo de tejido:
 - De algodón.
 - De tejidos sintéticos.
 - De cables de acero.
- Según la disposición del tejido:
 - De varias telas o capas.
 - De tejido sólido.
- Según el aspecto de la superficie portante de la carga:
 - Lisas (aspecto más corriente).
 - Rugosas.
 - Con nervios, tacos o bordes laterales vulcanizados.

1.2.7.1.2 *Constitución de la banda*

La Banda al cumplir la función de transportar, está sometida a la acción de las siguientes influencias.

- De las fuerzas longitudinales, que producen alargamientos.
- Del peso del material.
- De los impactos del material sobre la cara superior de la banda, que producen erosiones sobre la misma.

Para soportar adecuadamente las influencias anteriores, la banda está formada por dos componentes básicos:

1. **El tejido o Carcasa**, que transmite los esfuerzos.
2. **Los recubrimientos**, que soportan los impactos y erosiones.

1.2.7.2 **Rodillos y Soportes.**

Los rodillos Fig. 1.7 son uno de los componentes principales de una cinta transportadora, y de su calidad depende en gran medida el buen funcionamiento de la misma. Si el giro de los mismos no es bueno, además de aumentar la

fricción y por tanto el consumo de energía, también se producen desgastes de recubrimientos de la banda, con la consiguiente reducción de la vida de la misma.

La separación entre rodillos se establece en función de la anchura de la banda y de la densidad del material transportado.



Fig. 1.7 Rodillo de una cinta transportadora

1.2.7.2.1 Funciones de los Rodillos

Las funciones a cumplir son principalmente tres:

1. Soportar la banda y el material a transportar por la misma, además deben soportar el impacto producido por la caída del material.
2. Contribuir al centrado
3. Ayudar a la limpieza de la banda.

1.2.7.2.2 Tipos de Rodillos

Los más utilizados son:

Rodillos de Alineación, sirven para alinear la banda dentro de la propia instalación.

Rodillos de Impacto; recubiertos de discos de goma para absorber los golpes provocados por la caída de bloques en las tolvas de recepción Fig. 1.8.

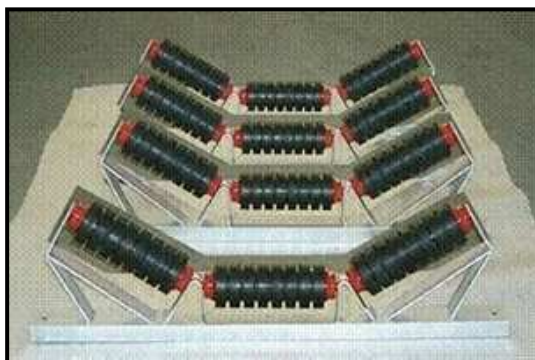


Fig. 1.8 Rodillos de impacto

Rodillos de Retorno; los cuales están formados con discos de goma Fig. 1.9.



Fig. 1.9 Rodillos de retorno

Rodillo cilíndrico; con la superficie exterior lisa, tal como la obtenida mediante el empleo de tubos de acero; es el más empleado.

Rodillo cilíndrico con aros de goma; son adecuados para soportar los fuertes impactos del material en las zonas de carga, mientras que si se montan en los rodillos de retorno, deben ser adecuados para facilitar la limpieza de la banda.

1.2.7.3 Tambores.

Los tambores están constituidos por un eje de acero, siendo el material del envolvente acero suave y los discos, ya sea de acero suave o acero moldeado Fig. 1.10.

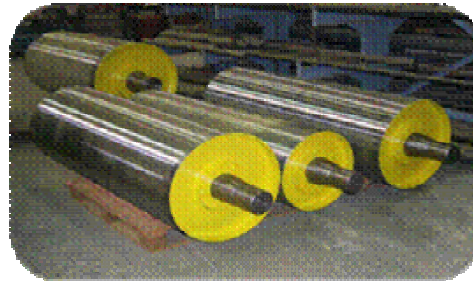


Fig. 1.10 Tambor

1.2.7.3.1 Tipos de Tambores y funciones que realizan.

Según su función se clasifican en:

- Tambores MOTRICES, que transmiten la fuerza tangencial a la banda.
- Tambores NO MOTRICES, los cuales realizan la función de cambio de trayectoria de la banda

1.2.7.4 Tensores de banda

Los Dispositivos de tensado cumplen las siguientes funciones Fig. 1.11:

- Lograr el adecuado contacto entre la banda y el tambor motriz.
- Evitar derrames de material en las proximidades de los puntos de carga, producidos por falta de tensión en la banda.
- Compensar las variaciones de longitud producidas en la banda.
- Mantener la tensión adecuada en el ramal de retorno durante el arranque.



Fig. 1.11 Dispositivos de Tensado

1.2.7.5 Bastidores.

Los bastidores son estructuras metálicas que constituyen el soporte de la banda transportadora y demás elementos de la instalación entre el punto de alimentación y el de descarga del material.

Se compone de los rodillos, ramales superiores e inferior y de la propia estructura soporte.

Los bastidores son el componente más sencillo de las cintas, y su función es soportar las cargas del material, banda, rodillos y las posibles cubiertas de protección contra el viento. Fig. 1.12

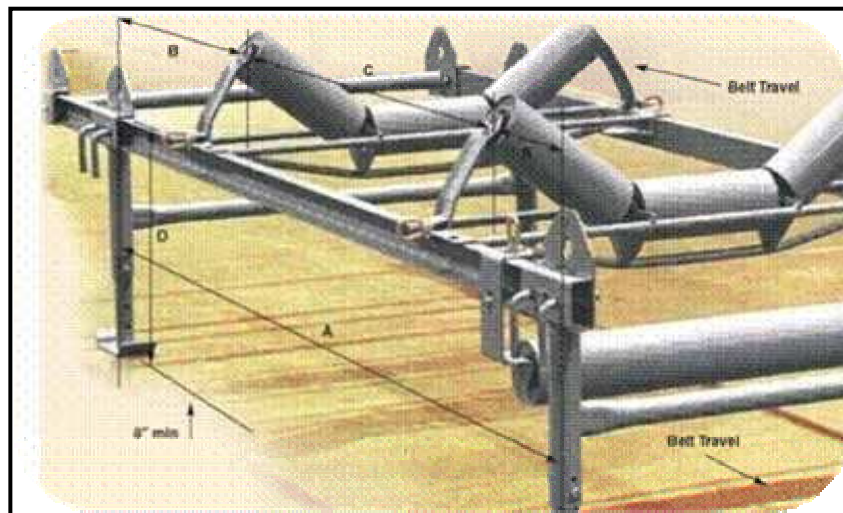


Fig. 1.12 Bastidor

1.2.7.6 Frenos y Mecanismos Antirretorno.

Los frenos más utilizados son los de disco, situados en el eje del reductor. En algunos casos generalmente en cintas descendentes, se montan en el eje del tambor. En las cintas de pendiente, además del freno se dispone de un sistema de antirretorno su función consiste en retener la carga en las cintas inclinadas ascendentes, estos sistemas antirretorno actúa como un elemento de seguridad.

1.2.7.7 Reductores.

Es un acoplamiento mecánico cuya función es bajar las revoluciones estandarizadas de un motor eléctrico hasta los niveles requeridos por el proceso.

Fig. 1.13

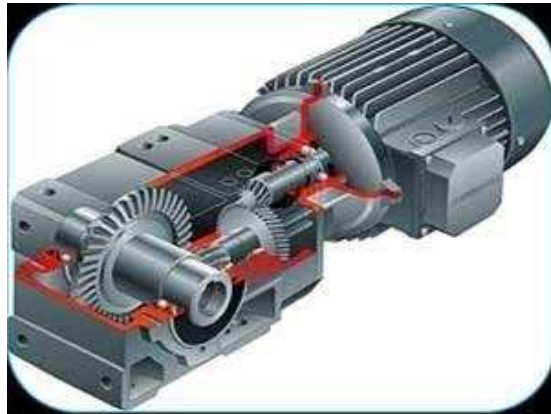


Fig. 1.13 Reductor acoplado a un motor

1.3 TRANSPORTE POR RODILLOS

El sistema de rodillos funciona por medio de un motor de rotación; el cual por a través de cadenas, cintas u otro elemento transfiere esta energía a los diferentes rodillos, lo que hace que el sistema opere de una manera eficiente haciendo rodar todos los rodillos a una misma revolución. Fig. 1.14



Fig. 1.14 Transporte por rodillos

Cada rodillo transportador posee sus propias características dependiendo del tipo de industria, pues las actividades, medio ambiente, espacio, necesidades y manejo de materiales serán diferentes incluso para empresas que pertenecen a un mismo ramo de la producción, siendo esta la principal razón por la cual cobran tanta importancia los criterios de selección.

Existe un gran número de variables que nos permiten llegar a una escogencia exitosa del rodillo transportador requerida para un proceso determinado. Entre las más importantes y comunes se tienen:

- Material a manejar: Características, temperatura, etc.
- Capacidad y peso.
- Distancia de transporte.
- Niveles de transporte.
- Interferencias, limitaciones, apoyos.
- Función requerida del medio transportador.
- Condiciones ambientales.
- Recursos energéticos.
- Recursos financieros (presupuestos).
- Clasificación de usuarios y tiempo de utilización.

1.3.1 TIPOS DE RODILLOS TRANSPORTADORES

1.3.1.1 Transportador de rodillos motorizado

1.3.1.1.1 De rodillo vivo por cadena

Los rodillos llevan una Catarina² en un extremo y son movidas por una cadena que pasa sobre todas las catarinas. Fig. 1.15

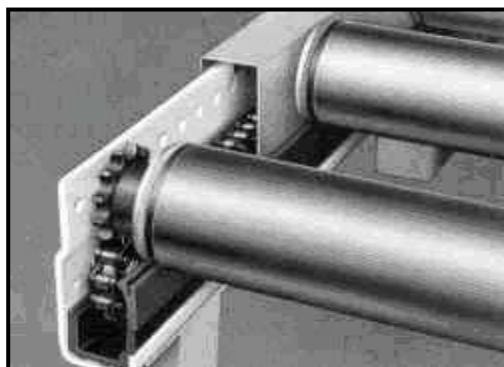


Fig. 1.15 Transportador de rodillo vivo por cadena

² **Catarina.**- Disco dentado que permite la transmisión de movimientos.

1.3.1.1.2 *De rodillo vivo por cadena, de rodillo a rodillo:*

Los rodillos llevan dos catarinas en un extremo y el movimiento se transmite por cadena de cada rodillo al que le sigue. Fig. 1.16



Fig. 1.16 Transportador de rodillo vivo por cadena, de rodillo a rodillo

1.3.1.2 **Transportador de rodillos por gravedad**

El transportador por Gravedad de Rodillos Fig. 1.17 esta conformado por un tubo metálico espaciado y a su vez montado sobre rodamientos.

El tamaño del rodillo es determinado por las dimensiones del paquete o carga a transportar y el tipo de rodillo va a depender del peso del material o de la carga.

En este tipo de equipo se transporta material que no se movilice satisfactoriamente sobre ruedas y a la vez otros materiales que no presentan superficie uniforme.

Las secciones de curva adicionan versatilidad a las secciones rectas. Las curvas proveen un flujo uniforme del producto en giros especiales que abarquen las necesidades de las industrias.

Las curvas manejan el producto con una pendiente mínima que va de acuerdo a peso y el tamaño del producto.

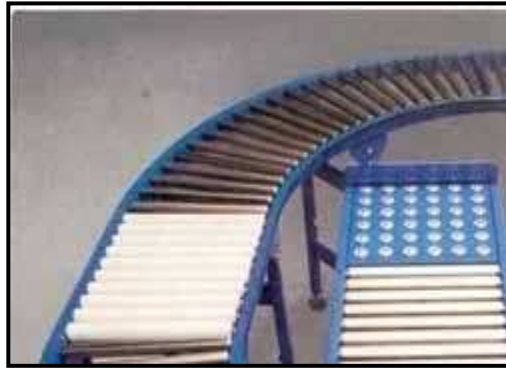


Fig. 1.17 Transportador de rodillos por gravedad

1.3.1.3 Transportador de rodillos de carga pesada

Se fabrican con rodillos más robustos que los tipos anteriores y la transmisión del movimiento se realiza de rodillo a rodillo. Fig. 1.18

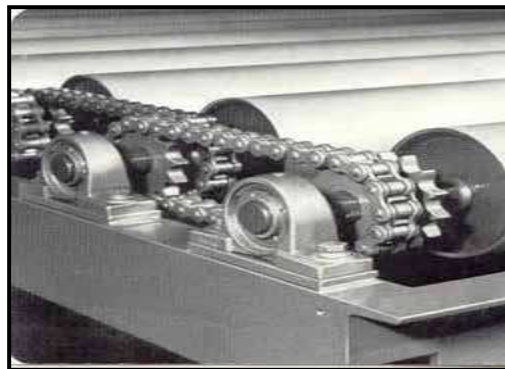


Fig.

1.18 Transportador

de rodillos de carga pesada

1.4 TRANSPORTE POR CANGILONES

Un elevador de cangilones Fig. 1.19 es un mecanismo que se emplea para el acarreo o manejo de materiales a granel verticalmente (como en el caso de granos, semillas, fertilizantes, etc).

Sería el equivalente vertical de la cinta transportadora. Son utilizados en la industria para el transporte de materiales de la más variada clase, ya sea a granel, secos, húmedos e inclusive líquidos.

Los primeros elevadores de cangilones fabricados utilizaban cadenas planas con cangilones metálicos espaciados a pocas pulgadas. Hoy en día en su mayoría

son utilizadas bandas de hule con cangilones plásticos. Se utilizan también poleas de varios pies de diámetro tanto en el extremo superior y el inferior. La polea superior o "polea conducida" es puesta en marcha por medio de un motor eléctrico.



Fig. 1.19 Transporte por cangilones

Constan de una cinta ó cadena motora accionada por una polea de diseño especial (tipo tambor) que la soporta e impulsa, sobre la cual van fijados un determinado número de cangilones.

El cangilón es un balde que puede tener distintas formas y dimensiones, construido en chapa de acero o aluminio y modernamente en materiales plásticos, de acuerdo al material a transportar. Fig. 1.20

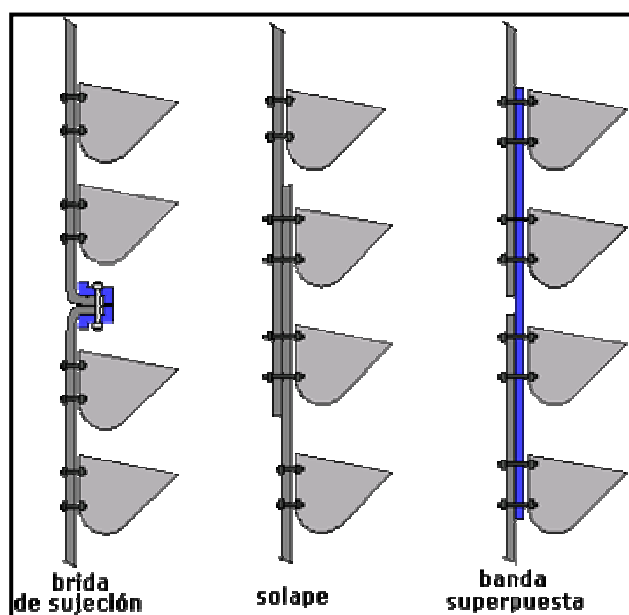


Fig. 1.20 Cangilones o baldes

Los materiales a emplear en sus distintas partes dependerá del uso del mismo. Por ejemplo en las plantas de lavado y fraccionado de cloruro de sodio (sal) se utilizan (tambores) de madera, cangilones plásticos, utilizando la menor cantidad de componentes metálicos posibles.

Estos elevadores cuando se utilizan para transporte vertical, deben ir provistos de un freno de retroceso que puede ser de cuña o a trinquete, para evitar el retroceso de la guía y su consecuente atascamiento

La principal utilización de estos elevadores es el transporte de cereales, como parte integrante de las denominadas guías de elevación. La altura de los mismos es muy variable, desde los 3 metros para pequeñas plantas clasificadoras de cereales hasta los 70 metros en las instalaciones de puertos y grandes plantas de acopio. Los cangilones también pueden ser triangulares en secciones transversales e instalados muy cercanos unos de otros con un claro muy pequeño entre cada uno, conocido como "elevador de cangilones continuo" y su principal aplicación es la del manejo de materiales difíciles de transportar a una baja velocidad.

1.4.1 PARTES COMPONENTES

El elevador de cangilones consiste en Fig. 1.21:

1. Un cangilón para transportar el material.
2. Una cinta o cadena para trasladar los cangilones y transmitir la potencia.
3. Algún medio para dirigir el movimiento.
4. Accesorios para llenar los cangilones y/o vaciar el producto, recibir el producto vaciado, mantener la tensión en el sistema y para el mantenimiento así como sistemas de seguridad.

Los elementos que complementan el elevador son:

- Bandejas de carga y descarga del material
- Plataforma de mantenimiento del cabezal

- Riendas tensoras con muertos de anclaje
- Distribuidor con comando a nivel piso
- Compuertas laterales para mantenimiento de la banda, limpieza y reemplazo de cangilones.

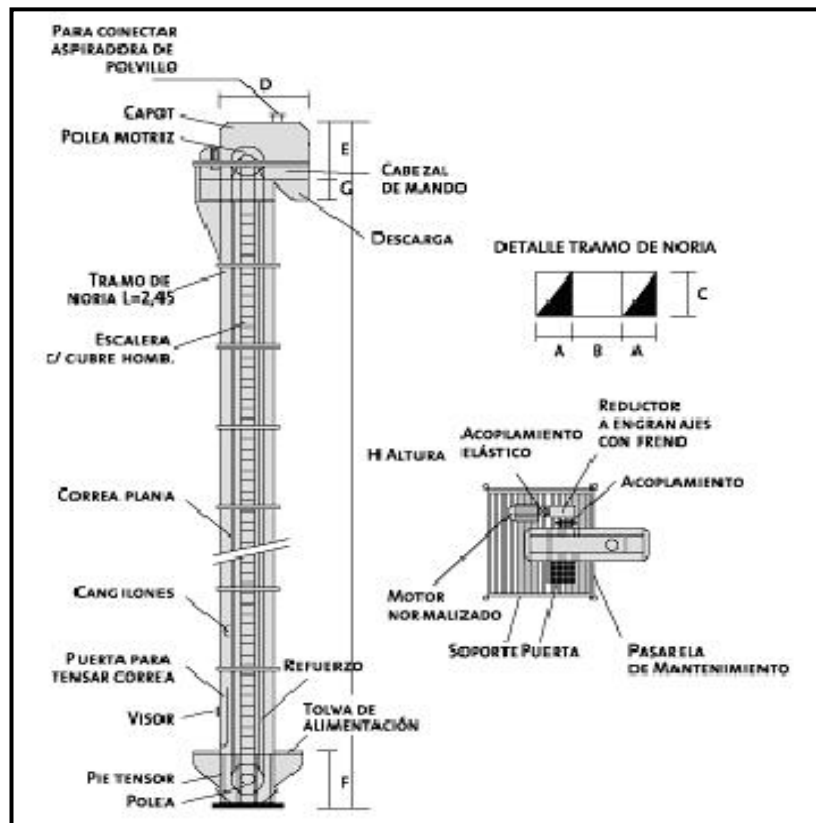


Fig. 1.21 Elementos de un sistema de transporte por cangilones

1.4.2 APLICACIONES

Su aplicación es muy grande en la industria entre las cuales citaremos:

- Apiladoras
- Recogedoras giratorias
- Recogedoras con rodete de cangilones
- Carros vaciadores de tolvas
- Descargadores de torre de granulación

A continuación se describe las características de uno de los usos del transporte por cangilones. Fig. 1.22

Recogedora con rodete de cangilones

- longitud de la pluma 60 m
- altura de la pila 10 m
- ancho de la cinta de la transportadora 1800 mm
- diámetro de la rueda de cangilones 10 m
- transporta 4000 t/h de carbón



Fig. 1.22 Recogedora con rodete de cangilones

1.5 TRANSPORTE NEUMÁTICO

1.5.1 INTRODUCCIÓN

Sistemas de transporte neumático se utilizan ampliamente en la industria para transportar materiales secos, finos y a granel porque son extremadamente versátiles, adecuados y económicos para muchos procesos.

El transporte neumático de sólidos se ha practicado por más de un siglo en el mundo y hoy se puede encontrar sistemas de este tipo en las más variadas industrias: la minería, industria del cemento y construcción, química y farmacéutica, plásticos, de alimentos, papel, vidrio, energía, etc.

El objetivo principal de un sistema de transporte neumático es transportar materiales sólidos a granel desde un punto a otro por medio de un flujo de gas a presión, ya sea positiva o negativa, y a través de una cañería.

La principal ventaja del transporte neumático de sólidos a granel es que los sistemas son cerrados, y por lo tanto, no contaminantes. El material transportado se “encierra” totalmente dentro de la cañería, lo cual protege al producto del medio ambiente y viceversa. Además, son sistemas muy limpios, adecuados para muchos y variados procesos, flexibles para cambiar de dirección, requieren de un reducido espacio y son fáciles de automatizar.

Dentro de las desventajas es importante destacar que no todos los materiales particulados se pueden transportar neumáticamente a través de cañerías, sino sólo aquellos materiales secos, no cohesivos, de fácil escurrimiento libre por gravedad, y relativamente finos. Materiales frágiles pueden sufrir excesivos daños en su estructura molecular y materiales abrasivos pueden causar desgaste prematuro en las cañerías y codos.

Otras limitaciones del transporte neumático son:

- el tamaño máximo de partículas
- la capacidad máxima de transporte
- la distancia a transportar
- mayor consumo de energía.

Si el material está en trozos y es pesado, la eficiencia disminuye rápidamente; si el material tiende a formar costras o terrones, como el cemento, deben ser desagregados estos antes de entrar a los ductos de transporte. Si el material tiende a formar cargas estáticas, como en el caso del azufre, habrá la posibilidad de explosiones.

Lo más notable de este tipo de transporte es que puede resolver problemas que ningún tipo de transporte mecánico puede hacer, siendo el conducto de transporte

una tubería, puede pasar, subir o bajar por espacios reducidos, puede tener curvas en cualquier sentido hasta partes flexibles; no teniendo partes móviles, se elimina peligro al personal que trabaja cerca de el; y su acción **"aspiradora"** proporcionan trabajos limpios, sin polvos, como en el caso de descarga materiales pulverolientos de vagones y camiones.

1.5.2 FACTORES PARA SELECCIONAR EL SISTEMA

Es necesario determinar los factores, condiciones y entorno del proceso en el cual queremos aplicar un sistema de transporte neumático, debido a la gran diversidad de opciones que se tiene.

- Capacidad deseada del sistema
- Distancia de conducción deseada (horizontal, vertical)
- Tamaños de las partículas (forma, gravedad específica)
- Requerimientos de aire (presión, volumen, densidad y velocidad)
- Sistema de tubería (diámetro, material, configuración)

1.5.3 TRANSPORTADORES NEUMÁTICOS A PRESIÓN

Esta expresión, en general, identifica un transportador neumático por tubería, en el cual se alimentan, materiales secos, pulverizados y su transporte a destino se obtiene por medio de la energía expansiva del aire comprimido. Las unidades básicas del sistema son:

- Un alimentador positivo de cierre de aire.
- El sistema de tubería
- Un receptor del producto.
- El suministro de aire: un ventilador de presión positiva o un compresor de aire
- Un filtro contra polvo (opcional)

Este tipo de conducción esta caracterizado por su, relativa mezcla de sólidos y aire. Es obtenido por corrientes de fluido de baja velocidad (comparativamente) en

los cuales el material permanece suspendido hasta ser descargado en el receptor. Así materiales que poseen un tamaño de partículas ampliamente diversos, pueden ser transportados. Fig. 1.25



Fig. 1.25 Transporte neumático a presión

1.5.3.1 Clasificación

Pueden dividirse en:

1. El alimentador de cierre rotatorio de aire.
2. La bomba de sólidos

1.5.3.1.1 Alimentador de cierre positivo de aire rotatorio

En general, la aplicación que emplea el alimentador de cierre positivo de aire rotatorio, requiere que el material sea alimentado en el sistema de transporte por tubería, desde una tolva o contenedor, y que sea conducido por el sistema de tubería a algún punto escogido de almacenamiento o de uso para el proceso.

Normalmente, se emplea este equipo cuando los requerimientos de presión de aire no exceden las 10 PSI.

Se utiliza para descargar el material a granel, directamente, de camiones y a silos elevados de almacenamiento, situados en una ubicación remota. Así, se eliminan varios costos intermedios de manejo y de recipientes.

Se transportan materiales tales como harina, avena, cereales, mezclas, sopas pulverizadas y similares, secos, que fluyen libremente.

1.5.3.1.2 *Bomba de sólidos*

La bomba de sólidos esta restringida al transporte de materiales secos, relativamente finos y emplee una relación de conducción comparativamente baja de aire a sólidos, y el movimiento de sólidos aireados esta inducido por un diferencial de presión entre los extremos.

Cada una de estas clasificaciones difiere ligeramente en diseño y método de operación, pero todas ofrecen ciertas ventajas inherentes.

- Los materiales pueden ser conducidos a casi cualquier parte, donde se pueda colocar una tubería.
- Se elimina la necesidad de conducir en forma recta
- Los materiales pueden ser entregados rápidamente a regiones remotas dentro de una planta, a distancias mucho mas allá de las distancias practicas a donde llegarían los transportadores mecánicos.
- En muchos casos, varios materiales pueden ser transportados con el mismo equipo, sin contaminación.
- Se eliminan las molestias del polvo y los riesgos mecánicos.
- El numero de puntos de entrega a los cuales puede llevar el material un solo sistema es casi ilimitado y la tarea puede, usualmente, ser ejecutada por un hombre desde un solo panel de control remoto.
- Los costos de mantenimiento son razonables, comparados con otros métodos de conducción.
- Las características de auto-limpieza y sanitarias de este método de transporte son de gran importancia.

1.5.4 TRANSPORTADORES NEUMÁTICOS DE VACÍO O SUCCIÓN

El transporte neumático de vacío o de succión de tubería neumática Fig. 1.26 se usa ampliamente para descargar productos a granel en transportes, tales como barcos, gabarras, gandolas y tipos especialmente de vagones de ferrocarril y camiones.

Se usa para llevar materiales tales como maíz, trigo, avena, café en granos, azúcar, sal, cloruro de magnesio, caliza, malta, harina, tabaco como es el caso del estudio propuesto en este documento.



Fig. 1.26 Transporte neumático por succión

Las velocidades de conducción varían entre 1000 y 2000 mts./min.

Los requerimientos de presión, dependiendo del material, capacidad y distancia a conducir, muy pocas veces exceden de 0.3 Kg de vacío.

1.5.4.1 Elementos de un sistema de transporte en vacío

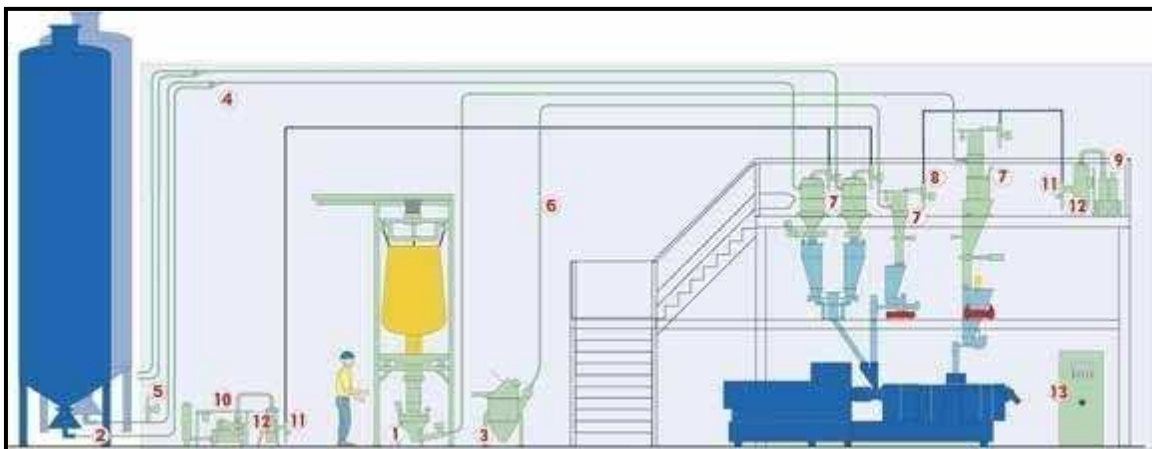


Fig. 1.27 Elementos de un sistema de transporte de vacío

La siguiente lista describe los diversos elementos que constituyen un sistema de transporte neumático de succión para relleno de dosificadores por pérdida de peso (según ilustra el diagrama anterior).

1. depósitos de dosificación
2. receptores de recogida en silo
3. estaciones volcadoras de bolsas
4. válvulas de desvío
5. válvulas de separación de línea
6. tuberías
7. receptores centrales
8. válvulas secuenciales y de ventilación
9. bomba de vacío o ventilador de succión negativa
10. bases o paletas deslizables
11. válvula de derivación
12. un filtro secundario
13. controles PLC

Más adelante en este capítulo se describe el transporte neumático de vacío o succión aplicado al acarreo de la hebra de tabaco.

1.5.5 TRANSPORTADORES NEUMÁTICOS COMBINADOS

Un tercer método que es empleado en la práctica, se lo llamará sistema combinado, en el cual con un compresor rotativo puede tenerse un sistema de succión y otro de presión en una misma instalación.

Además de su uso normal, como medio de transporte, el sistema de arrastre por succión es muy usado en la industria como sistema de recolección de polvos en los procesos donde estos causan molestias y ensucian el ambiente.

1.6 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO DE ACARREO DE HEBRA DE TABACO

El proceso de acarreo de hebra de tabaco³ empieza desde los módulos de almacenamiento llamados feeders Fig. 1.28, los cuales son clasificados según la marca de cigarrillo a ser elaborado, cada feeder es descargado sobre un sistema de transporte por cangilones logrando por este medio trasladar la hebra hasta un repartidor Fig. 1.29.



Fig. 1.28 Feeder de alimentación de hebra de tabaco

A partir del repartidor la hebra es acarreada con un sistema de transporte neumático de vacío mediante tubería, hasta cada una de las nueve máquinas elaboradoras, la succión continúa pero queda la hebra en la tolva de la elaboradora que esté requiriendo material a ser transportado.



Fig. 1.29 repartidor de hebra de tabaco

³ **Hebra de Tabaco.-** Materia prima para la fabricación de cigarrillos.

Luego continúa el aire de succión que circula por la tubería llegando hasta el manifold⁴ Fig. 1.30 que es el conducto mediante el cual se transfiere la succión generada por el ventilador.



Fig. 1.30 Mainfold de succión

El ventilador Fig. 1.31, está compuesto por un motor de inducción trifásico que proporciona el movimiento giratorio, y lo transmite mediante bandas y poleas a los alabes del ventilador generando la presión necesaria para mantener un flujo continuo de aire a través del manifold.



Fig. 1.31 Ventilador

⁴ **Mainfold.**- Ducto principal de transferencia de succión a hacia las máquinas elaboradoras

En cada máquina elaboradora de cigarrillos⁵ Fig. 1.32 existe una tolva la cual se llena con hebra de tabaco valiéndose de la succión, cada tolva tiene un control de llenado propio, el mismo que obedece al software de control de la planta, haciendo actuar a un pistón neumático de doble efecto acoplado mecánicamente a una válvula de cierre on/off del tipo mariposa de 4" de diámetro, con el que se cierra o abre el paso del flujo de succión de hebra hasta la maquina.



Fig. 1.32 Máquina elaboradora

⁵ **Elaboradora de cigarrillos.-** Máquina especial dedicada al ensamblado de cigarrillos.

CAPÍTULO II

IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE MANDO Y CONTROL

2.1 INTRODUCCIÓN

La implementación del sistema de mando y control permite establecer el enlace físico entre el proceso a gobernar y el controlador, mediante la instalación de dispositivos y sistemas periféricos, tomando en cuenta los requerimientos del medio.

En el desarrollo del presente capítulo se hace una descripción de la situación actual de la planta, estableciendo los criterios necesarios para realizar la implementación, e identificando las características generales del sistema así como también los elementos que permiten ejecutar el control, tanto como toma de señales, como el procesamiento de las mismas, tomando en cuenta la viabilidad de su implementación en la planta a si como una breve introducción hacia algoritmo de control. Además de realizar la descripción de todo el hardware necesario con el fin de obtener los mejores y más óptimos resultados en la ejecución del presente proyecto.

2.2 ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES DE FUNCIONAMIENTO

De lo descrito en el Capitulo I sección 1.6 mismo que hace mención a las partes constitutivas del proceso de acarreo, el análisis propuesto corresponde a una descripción ya operativa del proceso.

Según el diagrama de la figura.2.1 la hebra de tabaco se transporta a través del sistema de tuberías del manifold desde los feeders de alimentación, hasta la

elaboradora quedando esta última en la tolva, la presión generada desde el ventilador de succión, se reparte en forma uniforme en toda la tubería determinado valores de presión y por ende velocidad variables, debido a factores propios del funcionamiento del sistema.

Cuando la válvula de circulación de flujo V1 cambia su estado lógico obedeciendo el sistema de control de llenado de la tolva, este desarrolla en el acarreo un cambio en presión y velocidad causando efectos degenerativos en la hebra, además de que el acarreo se vuelve inestable debido a que son un grupo de elaboradoras que realizan este efecto de forma simultanea y aleatoria volviéndolo a una más inestable.

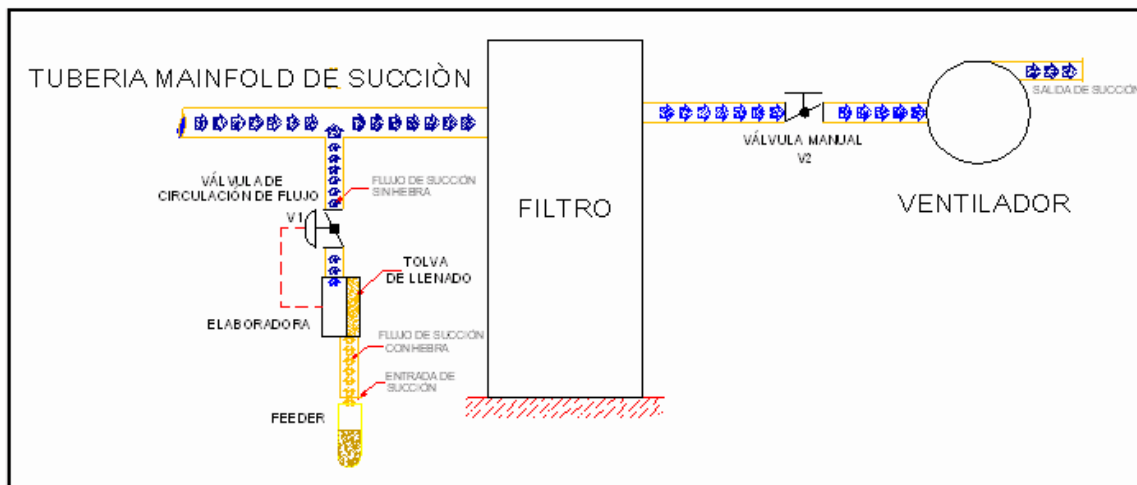


Fig. 2.1. Funcionamiento actual del sistema de acarreo

2.2.1 DIFICULTADES DEL SISTEMA

2.2.1.1 Pedido aleatorio

Este pedido obedece a un sistema de control de llenado de la tolva de cada máquina elaboradora, gobernado desde un PLC. Cuyas salidas activan una válvula de mariposa ON/OFF permitiendo o no, la circulación del flujo de succión.

La condición aleatoria ON/OFF de las válvulas en las elaboradoras, al estar ligadas directamente al sistema de tuberías del manifold produce variaciones de presión y por ende de velocidad.

2.2.1.2 Velocidades de transporte de hebra

Las velocidades de transporte de hebra medidas en las tuberías son grandes, y varían en un rango de 29m/s a 50m/s según las combinaciones de pedido simultáneo que puede existir.

Siendo el caso mas crítico cuando una sola máquina pide hebra, ya que esta soporta toda la presión de succión del ventilador, razón por la cual la velocidad de transporte aumenta vertiginosamente.

2.2.2 CONSECUENCIAS

2.2.2.1 Desintegración de la hebra

Como consecuencia del cambio y aumento brusco de la velocidad de transporte, la hebra acarreada a través de la tubería sufre daños en su estructura física llegando incluso a desintegrarse generando mucho desperdicio convirtiéndose en pérdida de materia prima.

2.2.2.2 Funcionamiento inestable del ventilador

Debido a las variaciones bruscas de presión provocadas por el pedido aleatorio de hebra, el ventilador trabaja en determinados momentos en un entorno inestable, las cuales afectan al motor al cual esta acoplado, debido a que la carga arrastrada cambia súbitamente.

2.2.2.3 Efecto mecánico en las tuberías del manifold

Es el caso de que ninguna de las máquinas solicite hebra, lo que indica que las válvulas de circulación de flujo estén cerradas, generando un incremento de presión de succión drástico, es decir se crea un vacío, que es soportado por las tuberías reflejándose en el deterioro de estas y de sus respectivos acoples.

2.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SISTEMA DE COMPENSACIÓN PROPUESTO

Debido a las dificultades encontradas en el proceso de acarreo y las secuelas que conlleva, la propuesta de implementar un sistema capaz de contrarrestar los efectos descritos en la sección 2.2.1 nos exige pensar en alternativas para la solución del problema, tomando en cuenta los siguientes antecedentes.

2.3.1 ANTECEDENTES

1. De los estudios realizados por el personal de la planta, se determina que con 4 máquinas funcionando simultáneamente, es decir con sus válvulas de circulación de flujo abiertas, se obtiene una velocidad óptima de acarreo de hebra.
2. Además con las pruebas realizadas en la planta y del cronograma establecido por la misma se determina que el número máximo de máquinas trabajando al mismo tiempo para una jornada normal no pasan de 4.
3. Con la evaluación del sistema, las soluciones que se proponen tienen que ser lo menos traumáticas posibles, es decir que deben ajustarse a las instalaciones actuales, minimizando las interrupciones de jornadas de trabajo y arreglos o cambios de gran envergadura en la infraestructura actual.

Tomando en cuenta las premisas anteriores se plantea implementar una serie de válvulas que trabajen en secuencia inversa al de las válvulas de circulación de flujo de las maquinas, porque con esto se obtiene el objetivo principal que es mantener la velocidad constante dentro de un parámetro establecido, ya que lo ideal es trabajar con 4 máquinas pidiendo hebra, para lo que se analiza el siguiente escenario Tabla 2.1.

EVENTO	Número de máquinas pidiendo hebra	Número de válvulas de compensación abiertas
1	4	0
2	3	1
3	2	2
4	1	3
5	0	4

Tabla 2.1 Sistema de compensación inverso con 4 válvulas ON/OFF

De tal manera que si se tiene un pedido de 1 maquina, el control compensa para que tenga el equivalente de 4 maquinas pidiendo hebra, es decir compensa 3 maquinas, con 3 válvulas de control ON/OFF abiertas; y si por el contrario se tiene pedido simultaneo de 3 maquinas, el sistema tiene que compensar una maquina con una válvula abierta.

Es así que la suma del número de maquinas que piden simultáneamente hebra más el numero de válvulas de compensación abiertas, deben sumar cuatro.

“Con los antecedentes antes descritos se llega a la conclusión de que el número de válvulas de compensación deben ser cuatro cuyo accionamiento debe ser inverso a las válvulas de circulación de flujo propias de cada máquina. Estas tienen que estar montadas en la parte exterior de la planta sobre el manifold de succión.”

2.4 REQUERIMIENTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN

Una vez que se conoce la base sobre la que se va a desarrollar la automatización se plantean las opciones mas adecuadas para satisfacer los requerimientos de la misma.

La condición de funcionamiento inverso de las cuatro válvulas de compensación con respecto a las nueve válvulas de circulación de flujo, da la pauta para la elección de todos los elementos requeridos en la implementación del equipo.

- i. Todo el sistema de compensación esta centralizado desde un tablero de control mismo que es gobernado mediante un PLC.
- ii. Debe establecerse un enlace eléctrico de toma de señale desde cada una de las maquinas hacia el tablero de control, a si como el enlace desde el tablero a los actuadores (válvulas de compensación).
- iii. Localización física de las válvulas de circulación de flujo.
- iv. Condiciones de las canaletas y tubos del tendido eléctrico.

Los requerimientos antes descritos interesan para la implementación de los elementos de control, a los mismos que se les adicionara otras características que serán descritas mas adelante con la finalidad de obtener mejores resultados en el proceso.

2.5 IMPLEMENTACION DEL SISTEMA

A continuación se describe todos los elementos, materiales y dispositivos usados en la implementación del sistema

2.5.1 ELEMENTO SENSOR

Para la elección del sensor se considera las características de trabajo de la válvula de circulación de flujo, el cual esta acoplado mecánicamente a un cilindro de doble efecto, como se muestra en la figura.2.2, que permite tomar la señal mediante el uso de un sensor de posición final de carrera. Fig.2.3. Anexo B-1.



Fig. 2.2 Cilindro de doble efecto acoplado mecánicamente a la válvula de circulación de flujo.



Fig. 2.3 Sensor final de carrera

2.5.1.1 Montaje de finales de carrera

Como se observa en la figura.2.4, el sensor de posición requiere de una base para ser montado sobre la estructura por lo que se construyen anclajes de metal acorde con el tamaño del asiento del sensor y se los sujeta mediante tornillos y tuercas.



Fig. 2.4 Montaje del sensor de posición

Nota: Las bases de anclaje son de diferente forma, ya que las condiciones físicas de su respectiva máquina son diferentes.

2.5.1.2 Cableado de sensores

Tomando en cuenta la posición de cada una de las válvulas en las respectivas elaboradoras y habiendo hecho una inspección técnica de la disponibilidad de espacio, tanto en las canaletas, y tubería eléctrica, se llega a la conclusión:

- El cableado se lo puede desplegar sobre las mismas canaletas y tuberías de conexión eléctrico acorde a las normas de instalación, ya que existe el espacio suficiente.

A todas las máquinas llegan un par de conductores #18AWG, en consecuencia se tiene un total de 18 cables por las nueve, mismos que son tendidos sobre la canaleta y bajados hacia el tablero de control en una tubería rígida EMT $\frac{3}{4}$ de diámetro.

El cableado se realiza tomando en cuenta la ubicación física de las elaboradoras, por lo que resulta conveniente realizar un atado con el número de cables por fila de maquinas, teniendo especial cuidado en prever la suficiente distancia de cable que se deja en cada puesto de toma de señal. Luego corresponde bajar desde la canaleta, los conductores previstos anteriormente hasta la caja de conexiones figura.2.5.

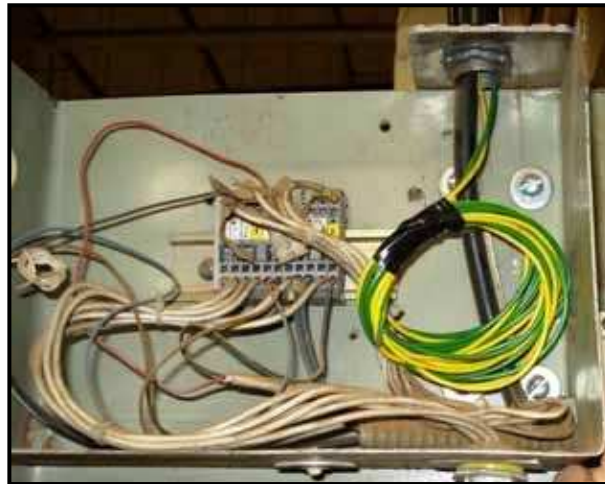


Fig. 2.5. Caja de conexión montada en la elaboradora

Nota: La disposición física de la caja de conexionado eléctrico en las distintas elaboradoras no es la misma, por lo que para llegar con el cableado hasta los finales de carrera, se lo ejecuta con manguera BX forrada y conectores de ½” Fig.2.6.



Fig. 2.6. Montaje definitivo del sensor (final de carrera)

2.5.1.3 Conexión de Finales de Carrera

Ya montados los finales de carrera y con el cableado en los mismos, se realiza el conexionado respectivo, cerciorando en garantizar un contacto eléctrico seguro, por lo que se manejan terminales de conexión propios para cada cable, así como la denominación de los cables utilizando marquillas.

La conexión se realiza sobre el contacto normalmente abierto del final de carrera, ya que este proporcionará la señal al momento en que salga el embolo del cilindro y cierre el contacto. Fig.2.7.



Fig.2.7. Conexionado del sensor

El tendido del cable que lleva la señal del final de carrera es transportado hasta el tablero principal donde se conecta a un juego de borneras para llegar al PLC.

2.5.2 MONTAJE DE TABLEROS

Los tableros a ser montados son:

Tablero de control.

Tablero electro neumático.

2.5.2.1 Tablero de Control

El tablero de control, colocado posee las dimensiones 100x60x40cm. Estas medidas son afines al espacio físico que brinda la planta en un lugar específico para los tableros de control del proceso de elaboración de cigarrillos.

Para su colocación física se utiliza tacos fisher F10 y tirafondos de 2"x 3/8. Además de acoplarse con las tuberías EMT de $\frac{3}{4}$ del cableado de los sensores, y actuadores. Fig.2.8.

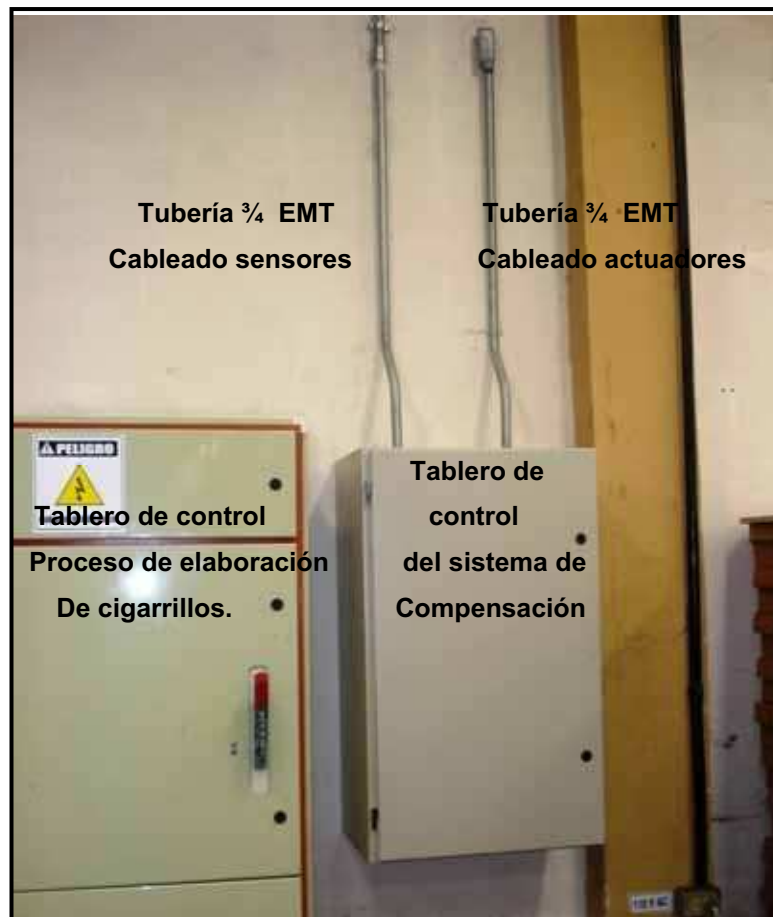


Fig.2.8. Disposición física del tablero de control

2.5.2.2 Tablero Electroneumático

El tablero electroneumático, esta colocado en al parte exterior de la nave de producción, bajo la mesa de montaje de las válvulas de compensación, posee una dimensión de 60x40x20cm, acorde con todos los elementos montados en el, los cuales se describen en la sección 2.6.1. Para su anclaje se hace una base de ángulo que sujeta al tablero, este conjunto se empotra a la estructura de la mesa de soporte de válvulas usando pernos y tuercas, colocando en medio una lámina de caucho para amortiguar la vibraciones.

Al tablero electroneumático llegan, una tubería de aire desde una toma principal y una tubería eléctrica desde el tablero principal de control que corresponde al cableado de actuadores. Fig.2.9.

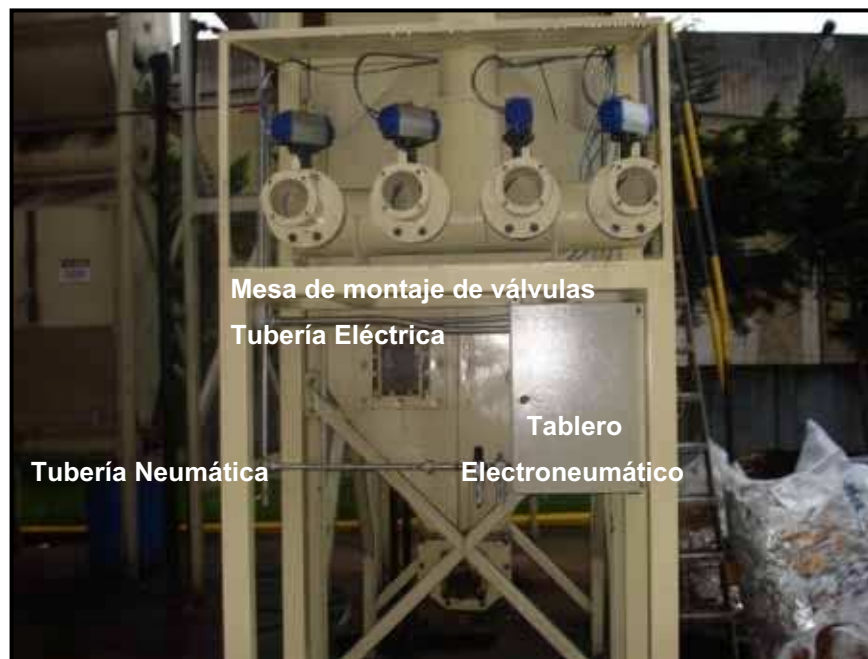


Fig.2.9 Disposición física del tablero electroneumático

2.5.3 MONTAJE DE TUBERIAS

Las tuberías montadas son:

Tubería exterior para el tendido eléctrico hacia los actuadores

Tubería Neumática

2.5.3.1 Tubería exterior para el tendido eléctrico hacia los actuadores

Es la que establece la conexión física entre el tablero de control y el tablero electroneumático, su diámetro y accesorios esta en función del cableado hacia los actuadores.

La tubería esta empotrada sobre las paredes de la planta y estructura de la mesa de soporte de válvulas, mediante abrazaderas, el diámetro de la tubería corresponde a $\frac{3}{4}$ de pulgada, la clase de tubería pertenece al tipo rígido EMT, estas especificaciones son afines con los requerimientos de planta, acorde con las normas eléctricas y seguridad industrial, precisando el color jet black 78A-1A para tubería que consigo lleve señal eléctrica. En el anexo B-2 se especifica el color de la tubería según el código de identificación empleado en la empresa.

2.5.3.2 Tubería Neumática

Es la tubería encargada de llevar el suministro de aire comprimido hacia las válvulas de compensación, es del tipo galvanizada, su diámetro corresponde $\frac{1}{2}$ pulgada y soporta presiones mayores a 80 PSI, que es lo que requiere el sistema.

La tubería es acoplada desde las tomas dejadas por los técnicos de la planta, hasta la unidad de mantenimiento neumático, esta debe ser fácil de desmontaje en caso de avería por lo que se los acopla usando uniones universales, y además cuenta con una válvula de bola para la purga del condensado.

El color de esta clase de tubería es calido blue 75A-1A cumpliendo las especificaciones de la planta.

En el anexo B-2 se especifica el color de la tubería según el código de identificación empleado de la empresa.

2.5.4 VÁLVULAS DE COMPENSACIÓN

2.5.4.1 Elección del diámetro adecuado de las Válvulas de compensación

De lo descrito en la parte 2.2 y 2.3, se sostiene que para mantener la velocidad constante, la presión no debe variar, es decir las válvulas de circulación de flujo no deben cambiar de estado, entonces las perturbaciones producidas por el cierre o apertura de estas, deben ser amortiguadas por otro mecanismo de acción contraria motivo por el cual las válvulas de compensación implementadas son de similares características que las que causan este fenómeno. Fig. 2.10.



Fig.2.10 Válvula de circulación de flujo, diámetro de 4 pulgadas.

2.5.4.2 Descripción de Válvulas de compensación a ser implementadas

2.5.4.2.1 *Válvulas de Mariposa*

Las válvulas del tipo mariposa por su versatilidad, sencillo funcionamiento y su relativo bajo costo son las más utilizadas en las industrias.

El funcionamiento de la válvula consiste en girar 90° un disco de acero (mariposa) para conseguir su apertura total, la rotación de esta puede ser manual, óleo_hidráulico, motorizado eléctricamente, o mediante un actuador neumático.

Debido a su diseño practico, no hay cavidades donde pueda acumularse sólidos impidiendo la maniobrabilidad de la válvula.

Las válvulas de mariposa pueden admitir cualquier tipo de fluido gas, líquido y hasta sólidos a diferencia de las válvulas de compuerta, globo o bola. Fig. 2.11.



Fig.2.11 Válvula de mariposa

Las características de la válvula de mariposa implementada se detallan a continuación Tabla 2.2., además puede refiérase al anexo B-3 para mayor información.

Válvula de Mariposa	
Marca	VALVIA
Tipo	WAFER PN16
Rango de temperatura Standard	-20°C - +120°C
disco	GGG40+rilsa
Asiento	EPDM
Cuerpo	Hierro fundido G225 Epoxy painting
Diámetro de disco	4 pulgadas

Tabla 2.2 Características válvula VALVIA

2.5.4.3 Actuador Neumático

Existe una gran variedad de actuadores neumáticos en el mercado pero para el propósito de la implementación del sistema, el mejor que se ajusta a los requerimientos de abrir y cerrar la válvula ON/OFF, es un actuador neumático giratorio de doble efecto el mismo que proporcionan un torque constante desde el inicio hasta el fin de su recorrido en sentido horario o antihorario. Fig.2.12.



Fig. 2.12. Actuador marca VALVIA

Características del actuador neumático usado en ejecución del proyecto
 Tabla 2.3. Anexo B-4.

ACTUADOR NEUMATICO	
Marca	VALVIA
Tipo	Doble efecto Giratorio de 0° - 90°
modelo	DA 75
Presión máxima	80 bar.
Rango de temperatura Standard	-20°C - +80°C
Momento de salida	97Nm
Lubricación	Prelubricado
Cuerpo	Aluminio UNI 6060
Conexiones	G1/8

Tabla 2.3 Características Actuador neumático giratorio VALVIA

2.5.4.4 Montaje de Válvulas de compensación

La figura muestra las cuatro válvulas de mariposa con su respectivo actuador neumático a ser montadas sobre el manifold de succión Fig. 2.13.



Fig.2.13 Válvulas de mariposa con actuador neumático

El montaje de las válvulas de compensación, por su característica se lo ejecuta entre dos bridas, una fija en la estructura de manifold Fig.2.14, y la otra brida acoplada a una válvula de mariposa de regulación manual Fig.2.15.



Fig. 2.14 Estructura del manifold con brida fija



Fig. 2.15 Brida acoplada a válvula de accionamiento manual

El apriete entre las bridas se desarrolla con pernos, tuercas y arandelas de presión como se indica en la figura. 2.16



Fig. 2.16 Válvulas de compensación montadas

2.6 IMPLEMENTACIÓN DE TABLEROS

2.6.1 TABLERO ELECTRONEUMÁTICO

Como se afirma en la sección 2.3, que el número de válvulas implementadas con sus respectivos actuadores de neumáticos es igual cuatro, entonces es necesario construir un tablero de conmutación, donde concurren tanto la señal eléctrica de salida de control, así como la señal de aire comprimido con el objetivo de lograr la apertura o cierre en función del software.

2.6.1.1 Descripción de los componentes del tablero

2.6.1.1.1 Electroválvula

La electroválvula figura. 2.17., cumple con la misión de conmutar el aire hacia el actuador neumático en función de la activación de la bobina piloto, cuando así lo disponga la lógica de programación.



Fig. 2.17 Electroválvula biestable 5/2 CAMOZZI

Las electroválvulas implementadas poseen las siguientes características
Tabla 2.6.

ELECTROVÁLVULA	
Marca	Camozzi
serie	358-011-02IL
Presión máxima	10 bar.
Nº vías/posiciones	5/2
Conexiones	G 1/8
Accionamiento	Doble solenoide
Voltaje	24VDC
Potencia absorbida solenoide	3,1w
Conector	Serie G90

Tabla 2.4 Características electroválvulas CAMOZZI

2.6.1.1.1.1 Accesorios para la electroválvula

Las electroválvulas son acoplados mediante accesorios, Fig. 2.18., y son:

- **Silenciadores.-** Cuando la válvula conmuta la señal neumática en dicho cambio, escapa el aire al ambiente de una forma rápida generando ruido, el fin

de los silenciadores es el de amortiguar este efecto, los requeridos son para rosca G1/8.

- **Racores rápidos.-** Existe una gran variedad de racores pero todos sirven para realizar un conexionado seguro, para el paso de aire, para este caso debido a su facilidad de montaje con respecto a la tubería flexible neumática se escogen los de tipo recto rápidos, de medidas 6- G1/8.
- **Colector (alto) con descargas separadas.-** Este accesorio tiene el propósito de distribuir el aire en todas la entradas de las válvulas, los aprietes se los realiza con los adjuntos propios del elemento como son anillos de teflón, tapones, racores orientables etc.
- **Conectores.-** Los conectores son dispositivos encargados de realizar la unión eléctrica con los bornes de las bobinas de la válvula

Para el acople de los accesorios a las válvulas se recomienda, cuidar que no existan fugas luego del ajuste.

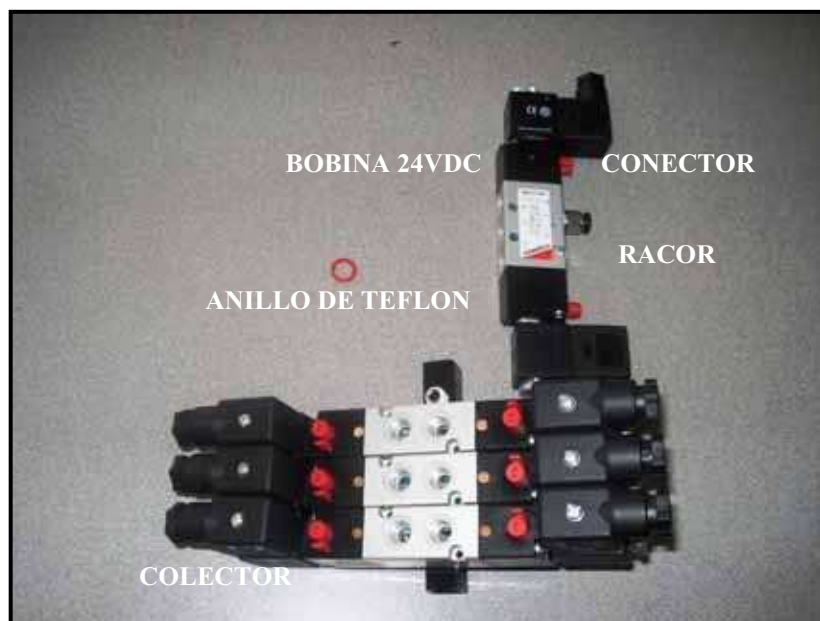


Fig. 2.18 Accesorios de la Electroválvula

2.6.1.1.2 *Sensor de presión*

Este dispositivo indica la presencia de aire comprimido que requiere el sistema de compensación para su correcto funcionamiento, constituye un presostato comúnmente usado para el accionamiento de compresores marca MarcGirius, con dos contactos normalmente cerrados mismos que se abren con la presencia de presión, según su mecanismo de regulación.

La ficha técnica aparece en el anexo B-5.

2.6.1.1.3 *Unidad de mantenimiento neumático*

Es el encargado de la preparación de aire comprimido y debe garantizar el paso de aire libre de impurezas, contaminantes, partículas y residuos de humedad que averían los elementos neumáticos. Fig. 2.19

La unidad de mantenimiento esta formada por:

- **Filtro regulador FESTO.-** Posee características de filtrar y regular en un mismo elemento, es compacto y de fácil montaje.
- **Lubricador FESTO.-** En este dispositivo, mezcla una pequeña cantidad de aceite con el aire comprimido, cuya mezcla es desplazado a través de los elementos neumáticos, lubricándolos y reduciendo el desgaste mecánico, alargando la su vida útil.

La ficha técnica aparece por separado en los anexos B-6, B-7 respectivamente.



Fig. 2.19 Unidad de mantenimiento neumático

2.6.1.1.4 Tubería flexible neumática

Con esta clase de tubería se lleva el aire comprimido desde las electroválvulas hasta los actuadores neumáticos de las válvulas de compensación, ubicados sobre manifold. El sistema se requiere manguera # 6.

2.6.1.1.5 Borneras de Conexión

Se dispone de una regleta de borneras montadas sobre riel esta última sujeta con tornillos, el conjunto es usado en la conexión del cableado de actuadores y bobinas de las electroválvulas.

2.6.1.1.6 Protecciones

Por cada par de borneras (borneras correspondientes al lado positivo y negativo respectivamente) se dispone de un diodo rectificador 1N4007, con el objetivo de salvaguardar la fuente de alimentación, y las salidas de PLC.

2.6.1.1.7 Canaletas

Para la ejecución de todos los tableros se utiliza canaleta del tipo ranurada, la misma que ofrece la facilidad de llevado, y salida de cable a través de sí, ventaja muy aprovechada en la elaboración de gabinetes, tableros de distribución eléctrica en baja y alta tensión.

Las medidas de la canaleta corresponden a 40x40mm por 2 m de largo.

2.6.1.1.8 Riel DIN

Este elemento es fundamental en la manufactura de los tableros ya que ofrece el soporte mecánico necesario, para el montaje de todos los elementos de conexionado, con la ventaja de un fácil desmontaje de los componentes colocados sobre el riel.

El riel utilizado en la forja de los tableros es el de tipo Standard con un espesor de 1mm, ancho de base de 27mm, ancho de fijación 35mm, y altura de riel 7,5mm.

2.6.1.1.9 Terminales para cable tipo punta, horquilla, anillo

Este tipo de terminales facilitan el conexionado eléctrico entre cada uno de los elementos, tienen ventajas tales como su alta conductibilidad, son hechas de

cobre electrolítico capaces de ser usados en temperatura de entre -40°C hasta $+150^{\circ}\text{C}$.

2.6.1.2 Implementación del tablero Electroneumático

Luego de haber hecho una descripción de los componentes en la sección 2.6.1.1, se procede con el acoplamiento de los elementos en el tablero electroneumático siguiendo el plano de disposición física de elementos anexo A-8, para ello se utiliza tornillos y tuercas para la sujeción tanto de canaletas, riel, y el colector de descargas Fig. 2.20.



Fig. 2.20 Montaje de las electroválvulas

Inmediatamente fijado el riel din sobre la base del tablero, se encaja el conjunto de 33 borneras, correspondientes a electro válvulas, presostato, tomas de tierra, etc. Además realizando el respectivo conexionado eléctrico, cuidando en ejecutar una buena unión eléctrica.

La parte neumática anexo A-7, se la hace con tubería flexible número 6, mismo que sale del tablero mediante racores del tipo pasamuros, hacia los actuadores neumáticos.

El suministro de aire comprimido llega al tablero mediante tubería, descrita en la sección 2.5.3.2, pasando por una unidad de mantenimiento neumático,

acoplándolo hasta el colector con racores, recto y codo G1/4 para manguera 10 finalizando la implantación la figura. 2.21.



Fig. 2.21 Tablero Electroneumático terminado

2.6.2 TABLERO DE CONTROL

Mencionado en la sección 2.5.2.1, la medida del tablero esta definido por lo que corresponde distribuir el espacio entre los elementos de control.

Mismo que esta distribuido en cinco bloques. Fig. 2.21:

- **Bloque A.-** Principalmente formado por bornes de salidas y entradas, fusibles de protección más una fuente sitop siemens.
- **Bloque B.-** Aquí se encuentra montado el PLC siemens 224XP conectado a un visualizador de texto TD200 marca siemens, mas el modulo de ampliación digital salidas por relé EM222 siemens.
- **Bloque C.-** Formado por relés del tipo siemens LZX, de VDC y VCA.
- **Bloque D.-** Consta de un transformador de aislamiento marca General Electric, más un interruptor de caja moldeada marca siemens.

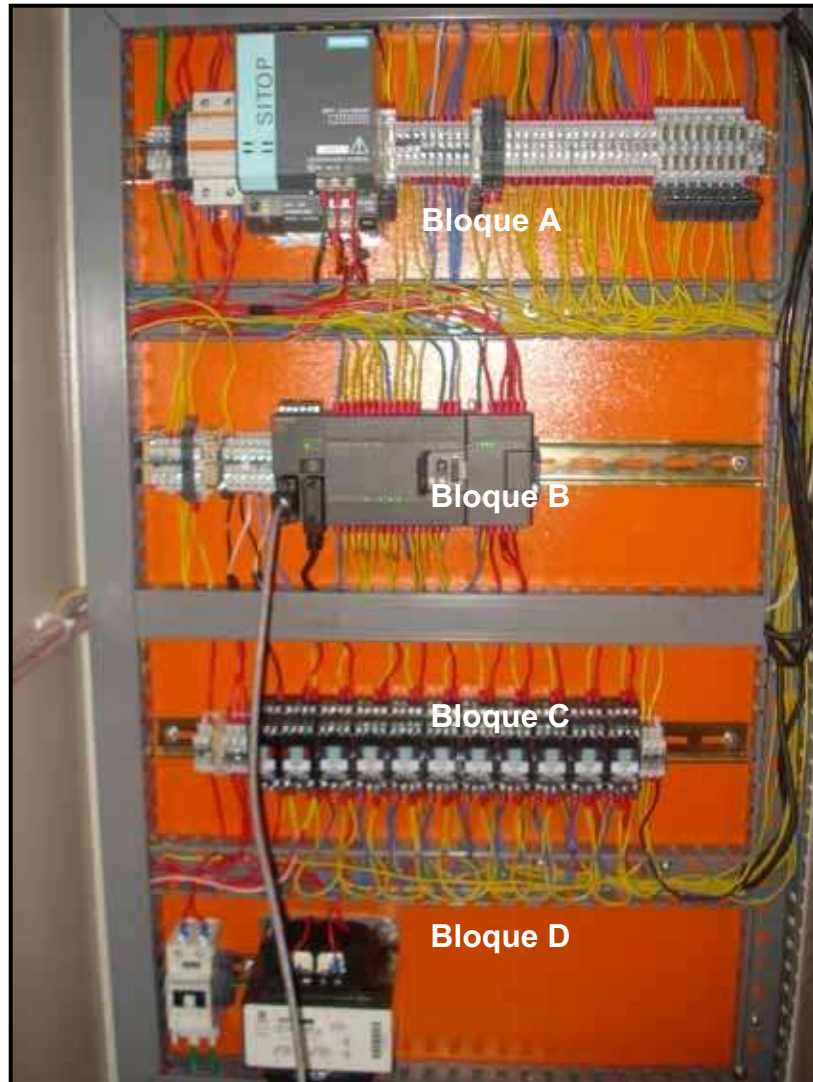


Fig. 2.21. Distribución de los componentes en el tablero de control.

El quinto bloque esta asignado a la puerta del tablero Fig. 2.22

Bloque E.- Consta de indicadores, switches de conexión, TD200, montados sobre una ilustración gráfica de la planta.



Fig. 2.22 Puerta de tablero de control

A continuación se hace la descripción de cada uno de los bloques y de los elementos montados en ellos, mientras que las características técnicas específicas de los elementos son referidos en los anexos B-8 hasta B-13.

2.6.2.1 Bloque A

El bloque A esta formado casi en su totalidad de bornes de conexión, bornes porta fusible marca legrand, además un interruptor de caja moldeada marca merlin gerin, y una fuente Sitop siemens de 120-230VAC/ 24VDC, 10 Amperios.

2.6.2.1.1 Bornes de conexión

Las borneras utilizadas tienen la finalidad de optimizar las conexiones, su montaje es a través de riel, y son del tipo de ajuste por tornillo marca legrand.

De aquí se debe destacar que los bornes reciben el cableado desde los finales de carrera de cada máquina y lo reparten al tablero hacia las bobinas de los reles, cuyo detalle de conexionado esta descrito en el anexo A-2.

Además prestan la facilidad de formar barras de conexionado según las necesidades del tablero implementado anexo A-1.

2.6.2.1.2 Bornes porta fusibles

Este tipo de borneras cumplen un doble trabajo para el caso, ya que con estos se hace la conexión eléctrica, igual a un borne de conexión, con la ventaja de que su forma física permite llevar un su interior un fusible de botella, proporcionando la protección necesaria al sistema de cableado, en el anexo A1 se describe los valores de corriente de los fusibles y de los breakes.

2.6.2.1.3 Fuente

Todo el sistema de control de compensación trabaja con 24VCD obedeciendo a los requerimientos de normalización de valores de voltaje, con los que operan la gran mayoría de elementos de control como PLC's, posicionadores, sensores, etc.

Por motivos de precautelar el buen funcionamiento del PLC, es necesario incorporar una fuente de iguales características al de la fuente interna que posee este último para la excitación de sus entradas y salidas, ya que el cableado de la toma de señales, en su recorrido es muy grande y puede presentarse el fenómeno de caída de voltaje, afectando directamente al controlador. Motivo por

el cual la fuente tiene que ser capaz de entregar este nivel de voltaje de manera constante para el correcto funcionamiento de todos los elementos.

La fuente Sitop Modular, anexo B-8 ofrece una serie de ventajas como, los rangos de voltaje muy estables, su tamaño compacto, su construcción robusta, además de confiabilidad que representa siemens. Fig. 2.23a y Fig. 2.23 b.

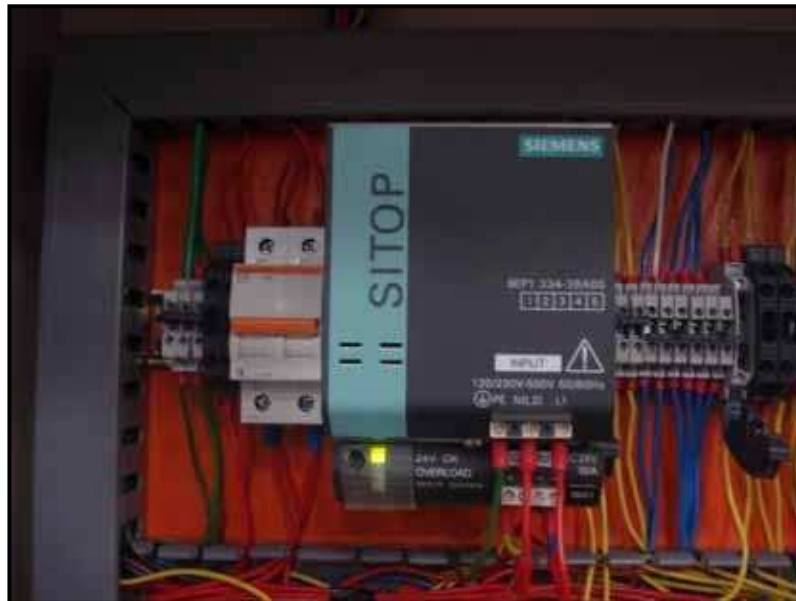


Fig. 2.23a Componentes Bloque A



Fig. 2.23b Componentes Bloque A

2.6.2.2 Bloque B

Como se hace mención en la sección 2.6.2 el bloque B esta reservado para el PLC, guardando el espacio físico para un incremento de módulos de ampliación en el futuro.

2.6.2.2.1 Criterios de selección de PLC

Es recomendable tener en consideración los siguientes criterios para la adecuada selección del controlador lógico programable:

1. Número de entradas y salidas que implica el control
2. Velocidad de Respuesta que demanda el proceso
3. Tipo de variables a controlar
4. Software que maneja el controlador
5. Confiabilidad del producto
6. Compatibilidad con equipos de otras gamas
7. Coste
8. Previsión de repuestos
9. Puertos de comunicación.
10. Soporte técnico

2.6.2.2.2 Determinación de entradas y salidas

La correcta selección de la marca, modelo y versión de un PLC implica conocer el entorno que este va a manejar y todos sus requerimientos. Además del software necesario para la programación y las licencias de ser pertinente.

Las entradas son:

Selector mando activado - desactivado.....	2
Pulsante de paro.....	1
Finales de carrera para posición.....	9
Señal del ventilador de succión.....	1
Presencia de aire comprimido.....	1
TOTAL	14 ENTRADAS

Las salidas son:

Electro válvulas.....	8
TOTAL.....	8 SALIDAS

2.6.2.2.3 Selección del PLC

Existe una amplia gama de marcas, modelos y versiones de PLC's en el mercado nacional, que prestan las características para esta aplicación. Para la selección se requiere saber el tipo de entrada, de salida, la fuente de alimentación, el software para la programación.

ENTRADAS/SALIDAS

Tanto las entradas como las salidas son digitales, en un numero de 14 entradas y 8 salidas como requerimiento mínimo, pero se debe prever para posibles expansiones en el futuro seleccionándose un controlador de 14 entradas y 10 salidas.

El tipo de entrada se selecciona en función de la fuente de alimentación que para este caso es de 24VDC. El tipo de salidas debe ser por transistor, por los requerimientos de operación del sistema de demanda de hebra. Los mismos que se pueden describir como tiempos de conexión y desconexión muy rápidos y además que, estas operaciones son muy repetitivas. Por lo que no conviene los de salida por relé principalmente por cantidad operaciones de swicheo repetitivas.

Para el sistema de señalización implementado en el *bloque E* las luces utilizadas son del tipo electrónico a 220VAC, por lo implica otro tipo de salida. Lo que hace pensar en la utilización de un módulo de ampliación de salidas digitales por relé en un número de 8 salidas.

El Controlador que se escoja debe contar con un software de programación accesible, fácil de conseguirlo, de fácil implementación.

Las opciones son en TELEMECANIQUE, SIEMENS, ALLEN BRADLEY y MITSUBISHI, y haciendo una comparación entre las ventajas y la relación calidad/precio, el PLC SIEMENS es el adecuado. Se escoge la familia S7 200, CPU 224 XP, con un módulo de expansión de salidas digitales por relé EM222, con software de programación STEP 7 Micro Win32.

2.6.2.2.4 El PLC S7200

En la figura podemos observar la apariencia externa que presenta la CPU-224XP, con la se trabajara **Fig.2.24**.

La característica de la CPU, refiérase al anexo B-9.



Fig. 2.24 PLC S7 200 CPU224XP.

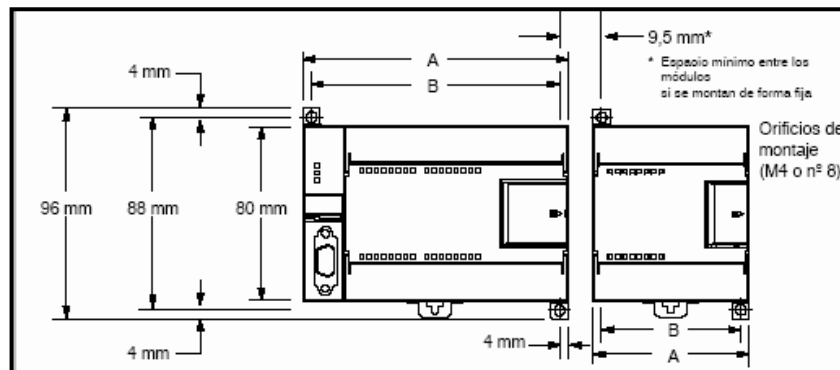
La CPU S7-200 incorpora en una carcasa compacta un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, dos puertos de comunicación así como circuitos de entrada y de salida que conforman un potente Micro-PLC.

2.6.2.2.5 Conexionado S7200

La CPU S7200 posee para su conexionado módulos o bloques de E/S tanto para la CPU como para los módulos de ampliación haciendo el conexionado rápido y sencillo, además de fácil sustitución en caso de avería.

2.6.2.2.6 Montaje del S7200

La CPU S7200 se lo puede montar sobre carril estándar o hacerlo en forma directa sobre los taladros que posee. Especificaciones y dimensiones se ilustran en la tabla 2.5.



The technical drawing shows two S7200 modules side-by-side. Dimensions include a 4 mm offset from the top and bottom edges, a 96 mm total height, and 88 mm and 80 mm heights for the main module sections. Widths are labeled as A and B. A 9.5 mm minimum gap is specified between modules. Mounting holes are noted as M4 or 1/8 inch.

Módulo S7-200	Ancho A	Ancho B
CPU 221 y CPU 222	90 mm	82 mm
CPU 224	120,5 mm	112,5 mm
CPU 224XP	140 mm	132 mm
CPU 226	196 mm	188 mm
Módulos de ampliación: 4 y 8 E/S DC y E/S de relé (8I, 4Q, 8Q, 4I/4Q) y salidas analógicas (2 AQ)	46 mm	38 mm
Módulos de ampliación: 16 E/S digitales (16I, 8I/8Q), E/S analógicas (4AI, 4AI/1AQ), RTD, Termopar, PROFIBUS, Ethernet, Internet, AS-Interface, 8 E/S AC (8I y 8Q), Posición y Módem	71,2 mm	63,2 mm
Módulos de ampliación: 32 E/S digitales (16I/16Q)	137,3 mm	129,3 mm

Tabla 2.5 Dimensiones de montaje

2.6.2.2.7 Accesorios Cable PC/PPI

Este tipo de cable establece la comunicación de la CPU con la PC/impresora/modem, etc. Transforma el protocolo de comunicación RS485 a RS232 Fig.2.25.



Fig. 2.25 Cable de comunicación

2.6.2.2.8 Modulo de Ampliación EM222.

La gama S7-200 incluye una gran variedad de módulos de ampliación, pero el requerimiento para la implementación demanda de un modulo EM 222 8 salidas digitales por relé, cuyo diagrama de cableado y especificación técnica se lo detalla en el anexo B-10.

2.6.2.2.9 TD 200

Se lo denomina un panel de micro automatización, visualizador de texto, figura. 2.26., con diferentes ventajas anexo B-11:

Posee un LCD para visualización de mensaje con 2 filas de 20 caracteres por fila, máximo 80 mensajes de 20 o 40 caracteres, cada uno de los cuales puede incorporar, de una a cuatro palabras de variables. Comprende:

- **8 Teclas de función.-** Que pueden ser libremente programadas (por ejemplo, como ampliación de las entradas).
- **Teclas Escape y Enter.-** Con los cuales se puede entrar en menús secundarios, confirmar los mensajes de visualizador o recoger el valor de las variables.
- **Teclas flecha.-** Que permiten modificar el valor de las variables o desplazarse por los menús.



Fig. 2.26 TD200

En el capítulo III se hace mención acerca de la programación del PLC y del TD200.

2.6.2.3 Bloque C

El bloque C corresponde a los relés que hacen la conmutación de las entradas del PLC, además del swicheo a las nueve luces indicadoras de cada máquina Fig. 2.27.



Fig. 2.27 Relés de conmutación

Sobre sus bobinas se empalman diodos que sirven de protección para la fuente, ya que estos están dispuestos en paralelo, eliminando las corrientes inducidas por el efecto inductivo creado por estas últimas, evitando el deterioro de la fuente.

2.6.2.3.1 Relés

Los utilizados son del tipo enchufables LZX y estos se los puede adquirir como aparatos completos o módulos individuales para su armado. Fig. 2.28. Las características técnicas de la gama siemens LZX de detallan en el anexo B-12.

Ventajas:

1. El tipo de conexión mediante tornillo
2. El zócalo con separación lógica permite realizar el cableado sin complicaciones.
3. Tensiones de mando disponibles: 24 VDC, 24 VAC, 115 VAC, 230 VDC.
4. Contactos con dorado duro para un óptimo trabajo conjunto con mandos electrónicos

5. Para fijación por encastre sobre riel normalizado de 35 mm,



Fig. 2.28 Rele Siemens LZX

2.6.2.4 Bloque D

El bloque D esta formado por Transformador de aislamiento General Electric (anexo B-13) encargado de aislar eléctricamente los circuitos de propios de la planta con el circuito de control para compensación de arrastre de hebra Fig. 2.29



Fig. 2.29 Transformador General Electric.

Además se encuentra juntado un interruptor de caja moldeada de 15 amperios marca siemens que sirve de protección para todo el sistema de compensación.

2.6.2.5 Bloque E

Y por último en el bloque E figura. 2.30., se localiza toda la señalización del sistema, y mandos del mismo, consta de 18 luces piloto, un pulsado tipo hongo, una interruptor de tipo llave y del visualizador de texto TD200

2.6.2.5.1 Luces piloto

Del tipo electrónico marca camSCO, fueron seleccionados debido a que ofrecen ventajas como, una buena calidad de iluminación, bajo consumo de corriente, además de un costo razonable, pese a que el voltaje de operación es de 220VAC. La relación de costo con respecto a la adquisición de otra clase de luces a 24VDC no justifica la adquisición de estas últimas, porque para este bloque se anticipa el módulo de ampliación EM222, además la señalización mediante luz de las nueve máquinas, es activado con un contacto del relé LZX.



Fig. 2.30 Puerta del tablero de Control

2.6.3 IMPLEMENTACIÓN DEL TABLERO ELÉCTRICO

Como se hace mención en la secciones anteriores el tablero para su mejor descripción se la o a dividido en bloques, mientras su implementación se lo hace en un solo conjunto, se montan las canaletas alrededor de la base del tablero, la sujeción ejecutada con tornillos colé pato, distribuyendo los espacios necesarios, se ensambla la riel din, cuidando los sitios entre tornillos con la finalidad de proporcionar seguridad a la fijación, y la comodidad para el acoplamiento de los elementos que van sobre el, como borneras, la fuente, el PLC+Modulo, reles, etc.

Una vez montado canaletas y riel, siguiendo el diagrama de distribución de elementos anexo A-9 se disponen los elementos sobre el riel, asegurando todos los componentes con topes.

El cableado se lo hace diferenciando tanto, las entradas, salidas, alimentación del sistema VAC, voltaje de control en VDC, puestas a tierra, valiéndonos de la siguiente numeración Tabla 2.6 para realizar la identificación y el marquillado de los cables, obedeciendo a las normas impuestas por la empresa.

CODIFICACIÓN	CABLE
100	Alimentación del sistema en VDC
200	Voltaje de control en VDC
300	Entradas al PLC
400	Salidas al PLC
500	Puesta a tierra

Tabla 2.6 Códigos usados en el cableado del sistema

Se toma a partir del número 100 para la codificación de lo que es alimentación del sistema VDC, para las dos líneas y para sus derivaciones, refiérase al anexo A-1. Para el voltaje de control 24VDC suministrado por la fuente SITOP se toma a partir del número 200 para sus derivaciones, estableciendo el número 201 para la línea negativa de la fuente.

Se usa el número 300 en adelante para las entradas al PLC, y a partir del número 400 para las salidas, incluyendo las salidas del módulo de expansión, refiérase al anexo A-3. Para la puesta a tierra se usa el número 500.

En los anexos A-1 hasta A-6 se detalla todos los conexiones y codificación de todos los cables usados en la implementación, el cableado se efectúa con el cable flexible 18 AWG vinculado a circuitos de control, mientras que se utiliza 10AWG para lo que concierne a los alimentadores. El voltaje manejado en el tablero corresponde a los valores de 220VAC, conectado con conductor flexible 18AWG de color rojo, principalmente formado por el sistema de señalización del tablero, mientras que los voltajes en el rango de 24VDC se conectan con flexible 18AWG de color amarillo y azul, enlaces pertinentes, tanto las de entrada y salida del PLC.

Se recomienda tener especial cuidado en garantizar un buen contacto eléctrico evitando conexiones flojas.

La ejecución del Boque E, al montaje de luces, pulsadores, y el TD 200, es necesario realizar perforaciones adecuadas para el diámetro de estos elementos, mientras que para el TD se las hace cumpliendo las medidas especificadas por el fabricante.

Nota: Todas las perforaciones se las realiza una vez definido el diagrama de la planta en operación anexo A-10, el cual hace una representación gráfica de la disposición física de las máquinas elaboradoras.

2.6.3.1 Diagrama de conexiones del circuito de control y fuerza

Para una visión general del sistema implementado, la Fig. 2.31 muestra un diagrama de bloques del conexionado realizado.

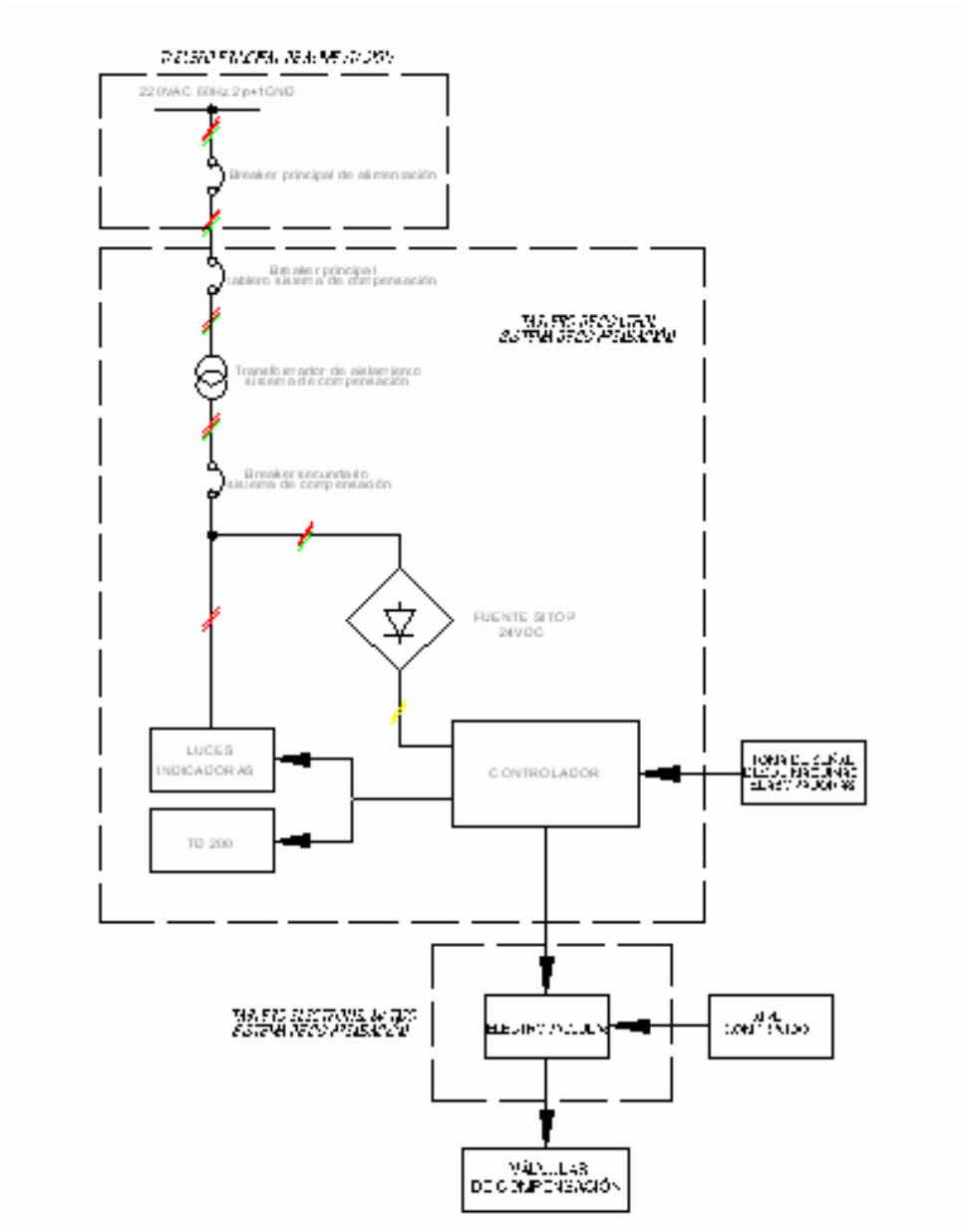


Fig. 2.31 Diagrama general del conexionado

El anexo A-11, muestra el diagrama de conexiones de todos los elementos que conforman los circuitos de fuerza y control, además de las tomas de señales, y del cableado a los actuadores.

Los códigos utilizados para la nomenclatura del diagrama de conexiones se describen en la Tabla 2.7

SÍMBOLO	UBICACIÓN FÍSICA	DIAGRAMA FUNCIONAL	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	FUNCIÓN
T1	Tablero 1	P-01/2	Transformador GENERAL ELECTRIC 220-220VAC	Transformador de aislamiento
U1	Tablero 1	P-01/6	Fuente Sitop 24VDC SIEMENS	Fuente alimentación 24VDC
Q1	Tablero 1	P-01/2	Interruptor de caja moldeable SIEMENS 15A	Breaker principal
Q2	Tablero 1	P-01/6	Interruptor de caja moldeable MERLIN GERIN 10A	Breaker secundario
F1	Tablero 1	P-01/3	Fusible de 2A	Protección general 220VAC L2
F2	Tablero 1	P-01/3	Fusible de 2A	Protección general 220VAC L1
F3	Tablero 1	P-01/9	Fusible de 0.5A	Protección de entradas analógicas
F4	Tablero 1	P-01/10	Fusible de 1A	Protección de electroválvula 5
F5	Tablero 1	P-01/10	Fusible de 1A	Protección de entradas digitales
F6	Tablero 1	P-01/10	Fusible de 1A	Protección de relés 24VDC
F7	Tablero 1	P-01/9	Fusible de 0.5A	Protección de electroválvula 1 bobina Y14
F8	Tablero 1	P-01/10	Fusible de 0.5A	Protección de electroválvula 1 bobina Y12
F9	Tablero 1	P-01/11	Fusible de 0.5A	Protección de electroválvula 2 bobina Y14
F10	Tablero 1	P-01/12	Fusible de 0.5A	Protección de electroválvula 2 bobina Y12
F11	Tablero 1	P-01/13	Fusible de 0.5A	Protección de electroválvula 3 bobina Y14
F12	Tablero 1	P-01/14	Fusible de 0.5A	Protección de electroválvula 3 bobina Y12
F13	Tablero 1	P-01/15	Fusible de 0.5A	Protección de electroválvula 4 bobina Y14
F14	Tablero 1	P-01/16	Fusible de 0.5A	Protección de electroválvula 4 bobina Y12
F15	Tablero 1	P-01/9	Fusible de 1A	Protección alimentación PLC
F16	Tablero 1	P-01/10	Fusible de 1A	Protección señal del ventilador
K1	Tablero 1	P-02/3	Rele SIEMENS LXZ 220VAC	Detección de red
K2	Tablero 1	P-02/4	Rele SIEMENS LXZ 24VDC	Detección encendido ventilador
K3	Tablero 1	P-02/4	Rele SIEMENS LXZ 24VDC	Habilitar entrada I0.0/ indicador H10 (M1)
K4	Tablero 1	P-02/5	Rele SIEMENS LXZ 24VDC	Habilitar entrada I0.1/ indicador H11 (M2)
K5	Tablero 1	P-02/6	Rele SIEMENS LXZ 24VDC	Habilitar entrada I0.2/ indicador H12 (M3)
K6	Tablero 1	P-02/7	Rele SIEMENS LXZ 24VDC	Habilitar entrada I0.3/ indicador H13 (M4)
K7	Tablero 1	P-02/7	Rele SIEMENS LXZ 24VDC	Habilitar entrada I0.4/ indicador H14 (M5)
K8	Tablero 1	P-02/8	Rele SIEMENS LXZ 24VDC	Habilitar entrada I0.5/ indicador H15 (M6)
K9	Tablero 1	P-02/9	Rele SIEMENS LXZ 24VDC	Habilitar entrada I0.6/ indicador H16 (M7)
K10	Tablero 1	P-02/10	Rele SIEMENS LXZ 24VDC	Habilitar entrada I0.7/ indicador H17 (M9)
K11	Tablero 1	P-02/10	Rele SIEMENS LXZ 24VDC	Habilitar entrada I1.0/ indicador H18 (M10)

K12	Tablero 1	P-02/11	Rele SIEMENS LXZ 24VDC	Seguridad aire comprimido
S1	Tablero 1	P-04/9	Selector de dos posiciones SIEMENS	Llave principal de compensación
S2	Tablero 1	P-04/9	Pulsador tipo Hongo SIEMENS	Emergencia
S3	Elaboradora 1	P-02/4	Sensor de Posición MOUJEN (Final de carrera)	Detectar posición del embolo de activación de la válvula de pedido de hebra en la elaboradora 1
S4	Elaboradora 2	P-02/5	Sensor de Posición MOUJEN (Final de carrera)	Detectar posición del embolo de activación de la válvula de pedido de hebra en la elaboradora 2
S5	Elaboradora 3	P-02/6	Sensor de Posición MOUJEN (Final de carrera)	Detectar posición del embolo de activación de la válvula de pedido de hebra en la elaboradora 3
S6	Elaboradora 4	P-02/7	Sensor de Posición MOUJEN (Final de carrera)	Detectar posición del embolo de activación de la válvula de pedido de hebra en la elaboradora 4
S7	Elaboradora 5	P-02/7	Sensor de Posición MOUJEN (Final de carrera)	Detectar posición del embolo de activación de la válvula de pedido de hebra en la elaboradora 5
S8	Elaboradora 6	P-02/8	Sensor de Posición MOUJEN (Final de carrera)	Detectar posición del embolo de activación de la válvula de pedido de hebra en la elaboradora 6
S9	Elaboradora 7	P-02/9	Sensor de Posición MOUJEN (Final de carrera)	Detectar posición del embolo de activación de la válvula de pedido de hebra en la elaboradora 7
S10	Elaboradora 9	P-02/10	Sensor de Posición MOUJEN (Final de carrera)	Detectar posición del embolo de activación de la válvula de pedido de hebra en la elaboradora 9
S11	Elaboradora 10	P-02/10	Sensor de Posición MOUJEN (Final de carrera)	Detectar posición del embolo de activación de la válvula de pedido de hebra en la elaboradora 10
S12	Tablero 2	P-04/11	Presostato MARGIRIUS ELECTRIC.	Detectar aire comprimido
H1	Tablero 1	P-06/10	Luz piloto CAMSCO 220VAC	Indicador condición de chequeo
H2	Tablero 1	P-06/2	Luz piloto CAMSCO 220VAC	Indicador válvulas abiertas
H3	Tablero 1	P-06/3	Luz piloto CAMSCO 220VAC	Indicador compensación dinámica activada
H4	Tablero 1	P-06/11	Luz piloto CAMSCO 220VAC	Indicador compensación dinámica desactivada
H5	Tablero 1	P-06/12	Luz piloto CAMSCO 220VAC	Indicador de funcionamiento del ventilador de succión
H6	Tablero 1	P-06/8	Luz piloto CAMSCO 220VAC	Indicador válvula de compensación 1
H7	Tablero 1	P-06/8	Luz piloto CAMSCO 220VAC	Indicador válvula de compensación 2
H8	Tablero 1	P-06/9	Luz piloto CAMSCO 220VAC	Indicador válvula de compensación 3
H9	Tablero 1	P-06/9	Luz piloto CAMSCO 220VAC	Indicador válvula de compensación 4
H10	Tablero 1	P-06/3	Luz piloto CAMSCO 220VAC	Indicador pedido de hebra ELABORADORA 1

H11	Tablero 1	P-06/3	Luz piloto CAMSCO 220VAC	Indicador pedido de hebra ELABORADORA 2
H12	Tablero 1	P-06/4	Luz piloto CAMSCO 220VAC	Indicador pedido de hebra ELABORADORA 3
H13	Tablero 1	P-06/5	Luz piloto CAMSCO 220VAC	Indicador pedido de hebra ELABORADORA 4
H14	Tablero 1	P-06/5	Luz piloto CAMSCO 220VAC	Indicador pedido de hebra ELABORADORA 5
H15	Tablero 1	P-06/6	Luz piloto CAMSCO 220VAC	Indicador pedido de hebra ELABORADORA 6
H16	Tablero 1	P-06/6	Luz piloto CAMSCO 220VAC	Indicador pedido de hebra ELABORADORA 7
H17	Tablero 1	P-06/7	Luz piloto CAMSCO 220VAC	Indicador pedido de hebra ELABORADORA 9
H18	Tablero 1	P-06/7	Luz piloto CAMSCO 220VAC	Indicador pedido de hebra ELABORADORA 10
Y1(14-12)	Tablero 2	P-05/(11-4)	Electroválvula 5/2 CAMOZZI	Abrir o cerrar la válvula 1
Y2(14-12)	Tablero 2	P-05/(10-5)	Electroválvula 5/2 CAMOZZI	Abrir o cerrar la válvula 2
Y3(14-12)	Tablero 2	P-05/(9-6)	Electroválvula 5/2 CAMOZZI	Abrir o cerrar la válvula 3
Y4(14-12)	Tablero 2	P-05/(8-7)	Electroválvula 5/2 CAMOZZI	Abrir o cerrar la válvula 4
N1	Tablero 1	P-03	PLC SIEMENS CPU 224XP 14 entradas, 10 salidas	Controlador del sistema
N2	Tablero 1	P-03	Módulo de expansión SIEMENS EM 222, 8 salidas digitales	Expansión para el controlador del sistema
N3	Tablero 1	P-03	Visualizador de texto SIEMENS TD- 200	Interfaz visual del estado y operación del sistema
Actuador			Cuatro Actuadores neumáticos 10 BAR VALBIA	Abrir o cerrar la válvula de compensación V1, V2, V3, V4
Válvula			Cuatro válvulas mariposa de 4"	Compensar flujo de aire de succión en función de los requerimientos del sistema
FRL1			Unidad de mantenimiento de aire comprimido con lubricador	Garantizar la calidad del aire comprimido de alimentación a las válvulas

Tabla 2.7 Descripción técnica de los elementos implementados

2.6.3.2 Elementos necesarios para el montaje del TD200.

Cuando se hace la adquisición del TD200 este incorpora elementos ilustrados en la fig. 2.32 y tabla 2.8 para su montaje como para su conexión.

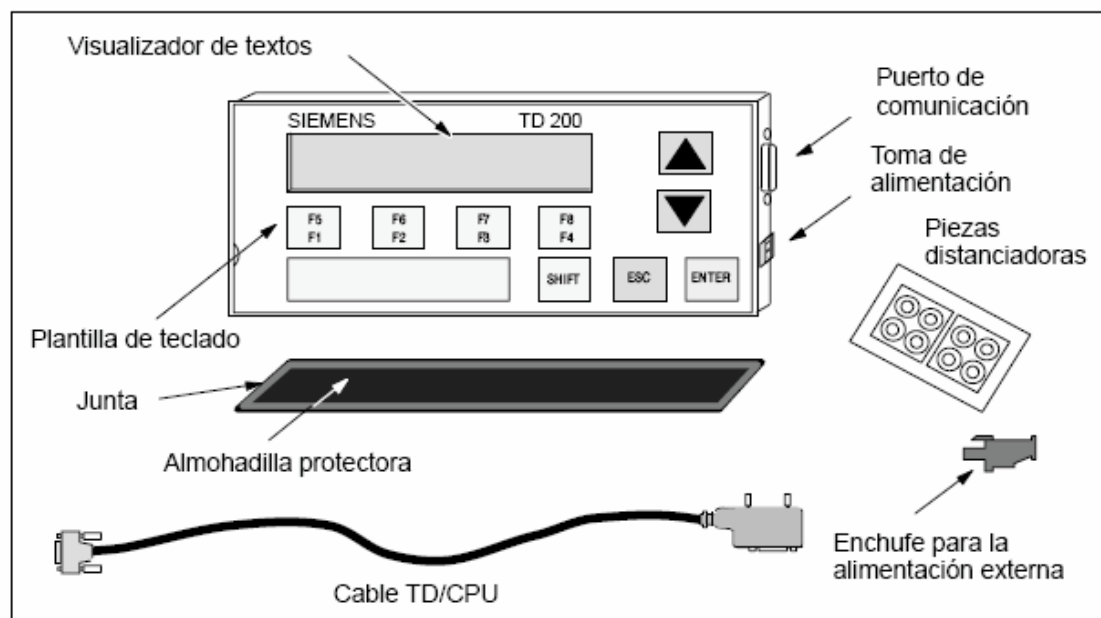


Fig. 2.32 Componentes del TD200.

Componente	Descripción
Visualizador de textos	El visualizador de textos consiste en un display de cristal líquido (LCD) con retroiluminación y una resolución de 33 x 181 píxels para visualizar los mensajes recibidos de la CPU S7-200.
Junta	El TD 200 incluye una almohadilla protectora y una junta para facilitar el montaje en entornos desfavorables.
Puerto de comunicación	El puerto de comunicación es un conector D subminiatura de 9 pines que permite conectar el TD 200 a una CPU S7-200 mediante el cable TD/CPU adjunto.
Toma de alimentación	El TD 200 se puede conectar a una fuente de alimentación externa a través de la toma situada en el lado derecho del TD 200. Dicha conexión no se requiere si se utiliza el cable TD/CPU.
Cable TD/CPU	El cable TD/CPU se utiliza para la comunicación y alimentación del TD 200. Se trata de un cable de conexión de 9 pines que se suministra junto con el TD 200.
Plantilla de teclado	La plantilla de teclado es un rótulo extraíble que se puede utilizar para personalizar las teclas de función conforme a la aplicación que se les dé.

Tabla 2.8 Descripción de componentes TD200

CAPÍTULO III

DISEÑO DEL SOFTWARE PARA EL SISTEMA DE COMPENSACIÓN

3.1 INTRODUCCIÓN

Para realizar el control se desarrolla el programa en el software Micro Win32 propio del PLC S7 200, para esto se hace una breve descripción de sus características y requerimientos necesarios para la implementación, que juntamente con el panel de micro automatización TD200 son los componentes que gobiernan el sistema de compensación.

En este capítulo se hace una descripción de la programación del PLC, con el software asociado a este, la configuración del panel de micro automatización TD200 y el diseño del algoritmo de control.

3.2 AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL CON EL PLC S7-200 CPU 224 XP SIEMENS.

Para ejecutar el control al sistema de compensación mediante el PLC es necesario implementar en el software STEP 7 Micro Win 32 el respectivo programa, el cual se realiza en un computador y se descarga en el controlador a través del cable de programación PPI.

3.2.1 SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN STEP 7-MICRO/WIN

Comprende de tres editores que permiten desarrollar de forma cómoda y eficiente el programa de control.

3.2.1.1 Requisitos del sistema operativo de la PC

STEP 7-Micro/WIN 32 se puede ejecutar en un ordenador, o bien en una unidad de programación de Siemens como la PG 760.

El PC debe cumplir los siguientes requisitos mínimos:

- Sistema operativo: Windows 2000, Windows XP (Professional o Home)
- 100 MB libres en el disco duro
- Ratón (recomendado)

Para instalar STEP 7-Micro/WIN en el sistema operativo Windows NT, Windows 2000 o Windows XP, deberá iniciar la sesión con derechos de administrador.

3.2.1.2 STEP 7 MicroWin

A continuación pasaremos a explicar algunas de las opciones del software utilizado.

3.2.1.2.1 Aspecto general

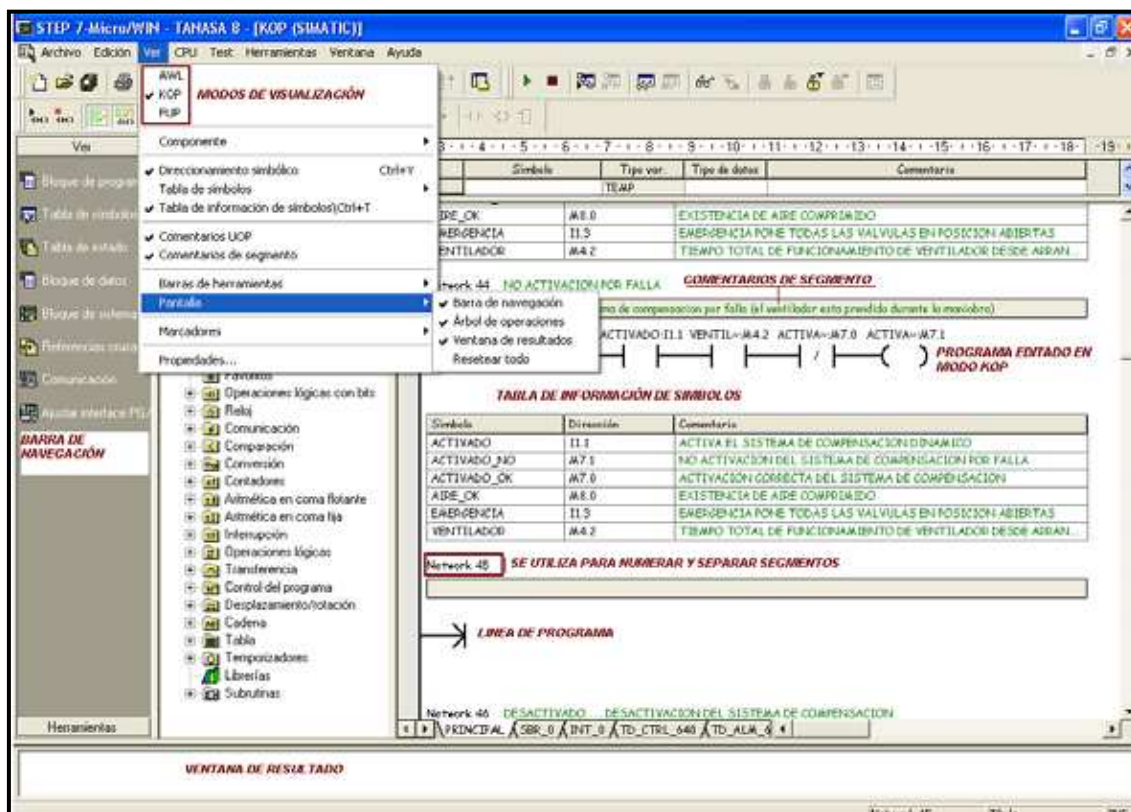


Fig. 3.1 Pantalla principal de programación del software Micro Win

Como se observa en la fig. 3.1, la pantalla se divide en 4 partes principalmente además de los menús e iconos de acceso rápido.

Barra de navegación: permite acceder a las opciones más comunes de forma rápida.

Árbol de operaciones: donde se sitúan todas las órdenes de programación aceptadas por el autómatas.

Ventana de resultados: en la que se visualiza el estado de la compilación del programa, errores, etc.

Ventana de programación: situada a la parte derecha y dividida por Networks o líneas de programación. En este lugar se elabora el programa. Cuenta con tres lenguajes: KOP, AWL ó FUP. El programa es capaz de traducir a cualquiera de estos lenguajes.

3.2.1.2.2 *Introducir órdenes.*

Desde de aquí todas las explicaciones tratarán sobre el lenguaje KOP, por tratarse del lenguajes más conocido debido a su carácter eléctrico.

Se puede introducir de varias maneras contactos, bobinas o cuadros:

Desde el Árbol de direcciones, abriendo las distintas carpetas existentes dentro de operaciones, ó bien a través de los iconos que aparecen dibujados, Fig. 3.2

1 (contactos)..... para insertar entradas.

2 (bobinas).....para insertar salidas.

3 (cuadros).....para insertar funciones ya programadas.

Una vez introducido el elemento seleccionado, se debe darle nombre, Fig. 3.2 para ello se coloca en los interrogantes situados en la parte superior del elemento y se teclea la estructura explicada con anterioridad para entradas y salidas.

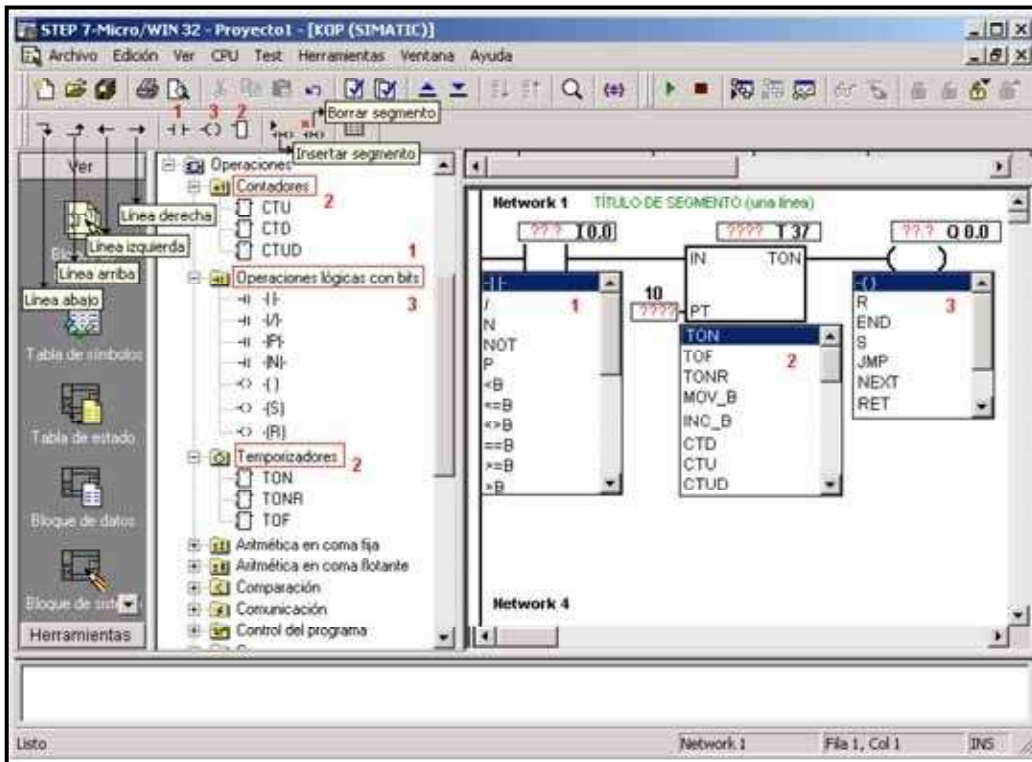


Fig. 3.2 Introducción de órdenes

3.2.1.2.3 Introducción de comentarios

Es posible introducir comentarios dentro de cada segmento que faciliten la interpretación del programa, para ello se procede como muestra la fig. 3.3.



Fig. 3.3 Introducción de comentarios

3.2.1.2.4 *Direccionamiento simbólico*

Se accede a través de la Barra de navegación o bien recurriendo a las opciones del menú Ver, seleccionando en ambos casos la opción Tabla de símbolos Fig. 3.4.

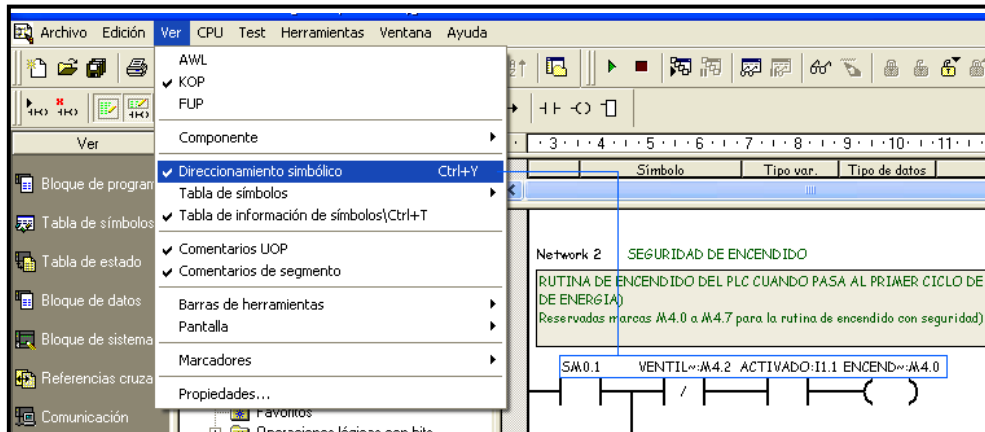


Fig. 3.4 Direccionamiento simbólico

3.2.1.2.5 *Compilar*

Sirve para depurar errores, que aparecen en la ventana de resultados. Para transmitir el programa al PLC se selecciona el icono Cargar en CPU Fig. 3.5



Fig. 3.5 Cargar el programa a la CPU

Existe la posibilidad de visualizar el desarrollo del programa a través del Micro Win 32 y de esta manera depurar y perfeccionar el código elaborado. Esto es posible mediante la opción Estado del programa, de este modo cuando se active un contacto su interior aparecerá de color azul. Se debe tener cuidado con esta opción, ya que cuando se encuentra activado no permite realizar ninguna modificación al programa.

3.2.2 CONSIDERACIONES HA SER TOMADAS PARA LA PROGRAMACION

De la correcta elaboración del programa dependen los resultados de la automatización, es por esta razón que a continuación se presenta una guía para la elaboración del programa.

1. Conocer claramente el problema, estableciendo las entradas y salidas con las que se va a trabajar, así como también las restricciones existentes en cuanto a tiempo de ejecución, precisión, memoria disponible, etc; y registro de resultados obtenidos.
2. Diseñar el algoritmo de solución que describa textualmente las operaciones a realizar y el orden de las mismas.
3. Dibujar un diagrama de flujo que permita visualizar las diversas operaciones y sus interdependencias, así como subdividir el problema en secciones pequeñas que se puedan programar con mayor facilidad.
4. Traducir la secuencia de operaciones indicadas en el diagrama de flujo a un listado de instrucciones codificadas, separadas en pequeños bloques que permitan analizar el programa, esto se logra mediante el uso de un diagrama de escalera llamado KOP.
5. Cargar el programa, por la interfaz local del PLC mediante una computadora personal puerto serie de la PC al PLC, usando el cable de programación del PLC.
6. Correr y verificar el programa, para ello se debe comprobar que opere correctamente y en caso de no ser así, detectar las fallas y corregirlas, de manera local o remota.
7. Documentar el programa con texto al margen, facilitando su entendimiento, introduciendo comentarios e instrucciones para el usuario, como son

diagrama de bloques, diagrama de tiempos, mapa de memoria, manual de uso, guía de usuario, respaldo en disco del código, etc.

3.2.3 PROGRAMA IMPLEMENTADO

Una vez que se conoce la utilización del software para la programación del controlador, se elabora el programa siguiendo las condiciones requeridas para que el sistema de compensación realice lo establecido por el algoritmo de control propuesto.

3.2.4 ALGORITMO DE CONTROL PROPUESTO

Se establece, que la velocidad recomendable se la consigue cuando cuatro válvulas de circulación de flujo se encuentran abiertas, es decir que para mantener este estado se debe acondicionar un fenómeno similar.

El algoritmo propuesto esta fundamentado en el funcionamiento de cuatro válvulas abiertas durante el proceso de arrastre, para lo cual se analiza los diferentes escenarios posibles:

3.2.4.1 Escenario 1

Todas la válvulas de circulación de flujo cerradas, lo que implica que para obtener un equivalente de cuatro máquinas pidiendo se debe tener cuatro válvulas de compensación abiertas.

3.2.4.2 Escenario 2

Una válvula de circulación de flujo abierta, entonces es necesario tener 3 válvulas de compensación abiertas es decir una de las cuatro de compensación cerrada. Además de que la suma total de válvulas abiertas es igual a cuatro.

3.2.4.3 Escenario 3

Dos válvulas de circulación de flujo abiertas, para este caso son necesarias dos válvulas de compensación abiertas, entonces de las cuatro de compensación dos deben cerrarse estableciéndose nuevamente un total de cuatro válvulas abiertas.

3.2.4.4 Escenario 4

Tres válvulas de circulación de flujo abiertas, nuevamente para un equivalente de cuatro abiertas es necesaria una válvula de compensación abierta.

3.2.4.5 Escenario 5

Cuatro válvulas de circulación de flujo abiertas, conlleva a que las válvulas de compensación estén cerradas.

En la fig. 3.6 se muestra un esquema que nos permite visualizar de manera general los elementos necesarios para la automatización del sistema, del cual nos valemos para realizar el algoritmo de control.

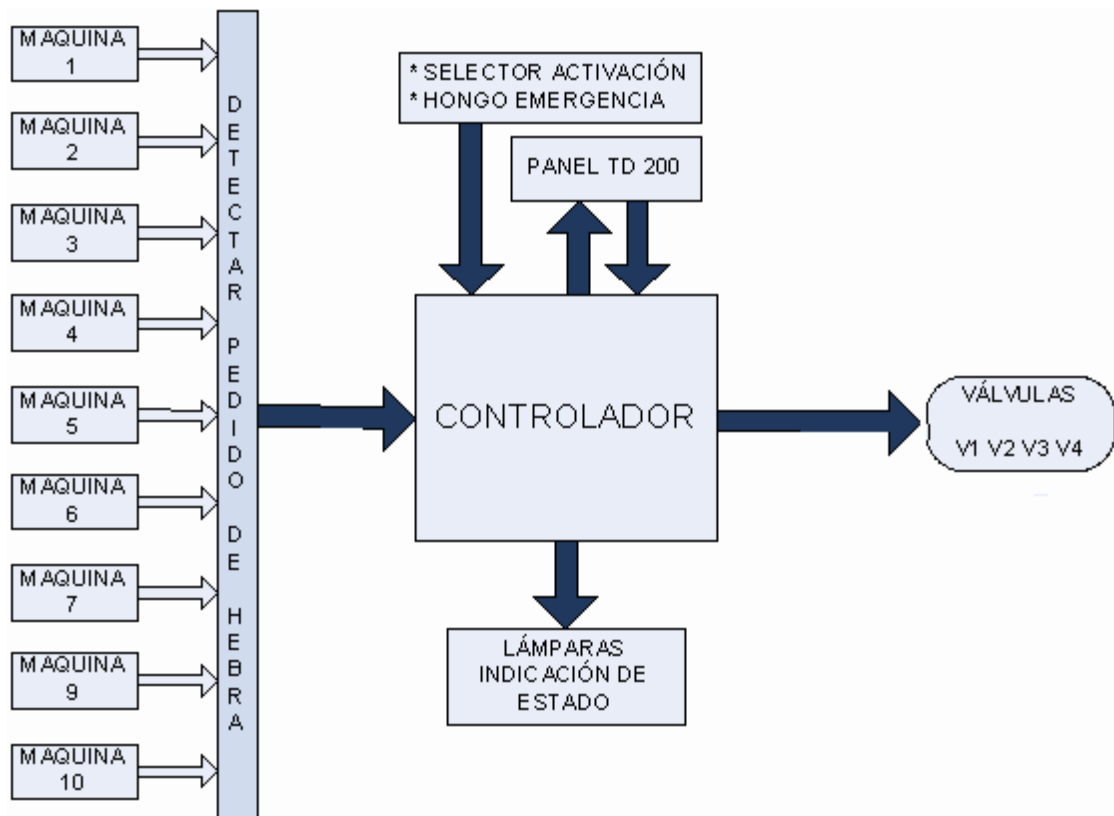


Fig. 3.6 Esquema de la automatización del sistema de compensación

Como se describe en el capítulo II, el algoritmo de control establece el funcionamiento inverso de cuatro válvulas ON/OFF en función del número total de elaboradoras pidiendo hebra. La figura 3.5 muestra el diagrama de paso vs tiempo de operación de válvulas de circulación y válvulas de compensación para los escenarios antes descritos tomando en cuenta que la combinación es aleatoria

y que además son cuatro de las nueve elaboradoras las que pueden solicitar hebra en un mismo tiempo.

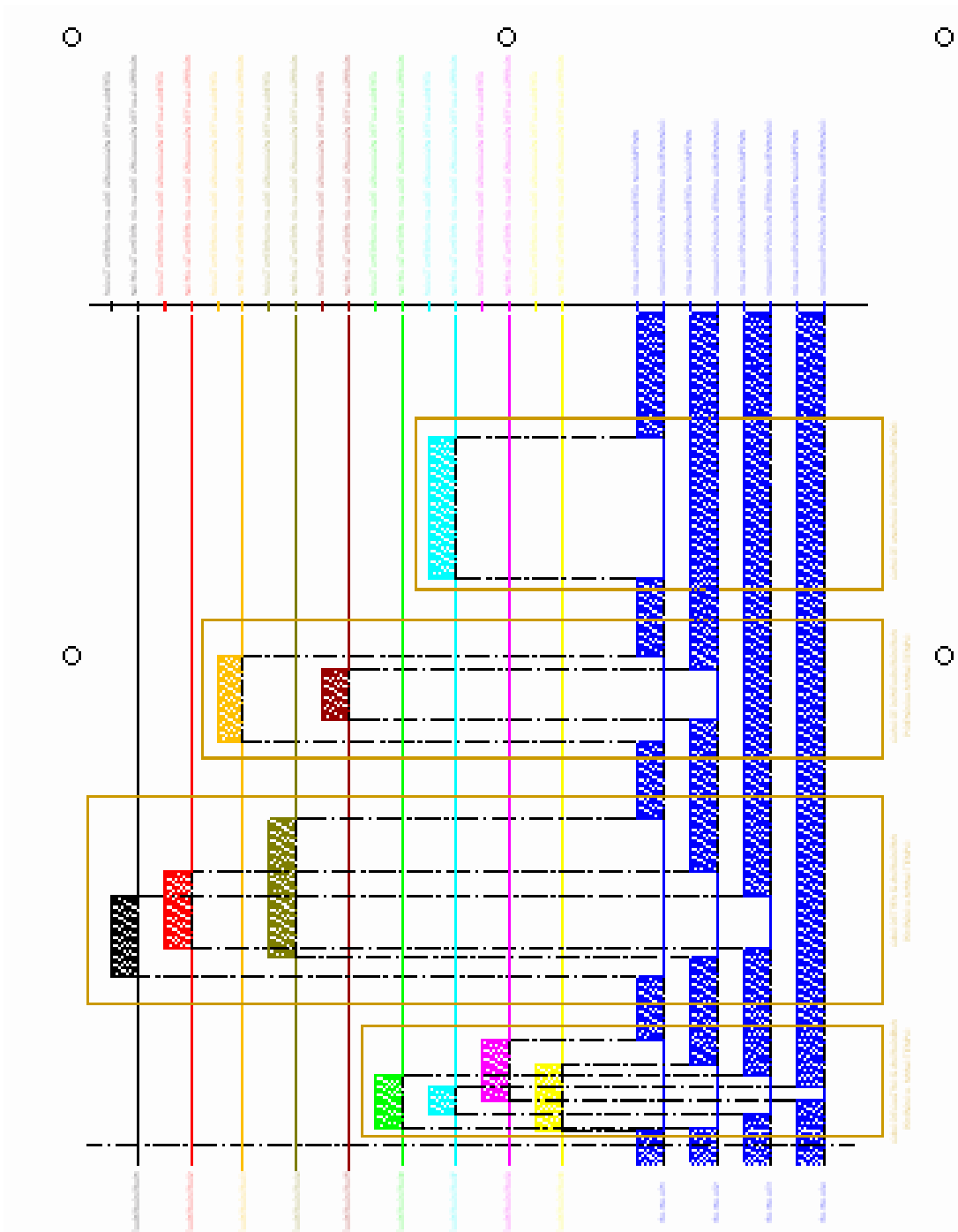


Fig. 3.7 Diagrama de operación válvulas de compensación VS válvulas de circulación de flujo

3.2.1 CONTROL DEL PROCESO DE COMPENSACIÓN

La figura 3.8 muestra el diagrama de flujo del sistema de compensación implementado.

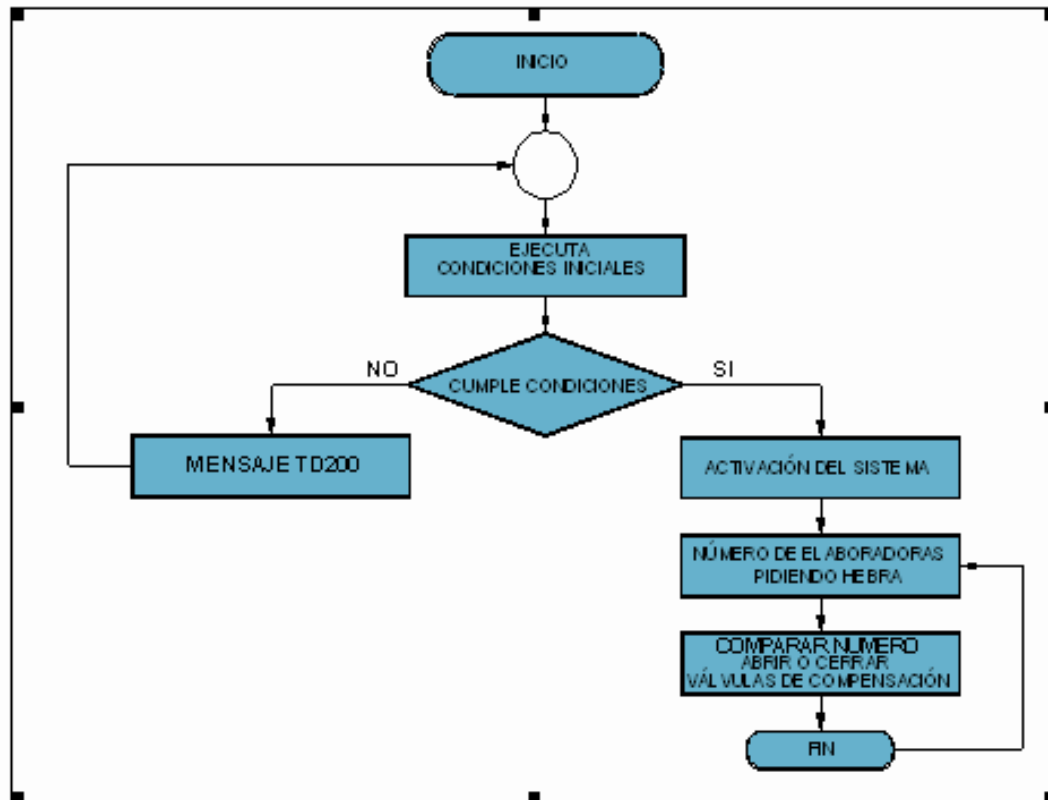


Fig. 3.8 Sistema de compensación

El sistema de compensación empieza ejecutando las condiciones iniciales las cuales son: suministro de voltaje necesario para el sistema y existencia de aire comprimido, en este punto si se cumplen estos dos eventos se establece la activación correcta del sistema o caso contrario se visualiza un mensaje a través del TD200 con el cual se indican las condiciones iniciales que no se han cumplido.

La activación del sistema, determina en función de la programación el número de elaboradoras que se encuentren pidiendo hebra, mientras que con la siguiente etapa del proceso se compara este valor e inmediatamente se abre o cierra las válvulas de compensación requeridas.

3.2.1.1 Ejecución de las condiciones iniciales de operación del sistema de compensación

La figura 3.9 muestra el diagrama de flujo correspondiente al cumplimiento y ejecución de la secuencia lógica de las condiciones iniciales para el arranque del sistema de operación y que se describen a continuación.

3.2.1.1.1 Suministro eléctrico necesario

El sistema es alimentado con un voltaje de 220VAC mismo que esta seccionado mediante dos breakers un primario Q1 y uno secundario Q2. Para encender el tablero de control el operador debe activar estos, de esta manera el PLC se activa iniciando el diagnóstico del estado de sus entradas y salidas, encendiendo el tablero de control, permitiendo que el sistema automáticamente opere en un modo denominado normal.

3.2.1.1.2 Aire comprimido

El presostato S12 montado en el tablero electro neumático esta ajustado entre los rangos de presión 40-80PSI, toma esta señal de presión y activa una entrada del PLC, esta condición es primordial ya que el aire comprimido es el elemento que proporciona el impulso mecánico al sistema de compensación, en el caso de que el aire comprimido no esté dentro de estos valores, se activará una salida del PLC haciendo que H1 parpadee y activando una alarma con un mensaje de texto **VÁLVULAS SIN ALIMENTACIÓN DE AIRE.**

3.2.1.1.3 Ventilador de succión

Por medio del rele K2 se detecta si el ventilador de succión se encuentra operando, cuando K2 se halla encendido, el sistema de compensación no puede entrar en operación debido a la existencia de succión en el proceso de acarreo,

activándose H3 seguidamente se visualiza el mensaje *ACTIVADO FALLIDO APAGAR VENTILADOR*.

Mientras que si K2 esta desactivado, el sistema se encuentra listo para entrar en operación activándose el mensaje de presentación *TANASA – QUITO-ECUADOR*.

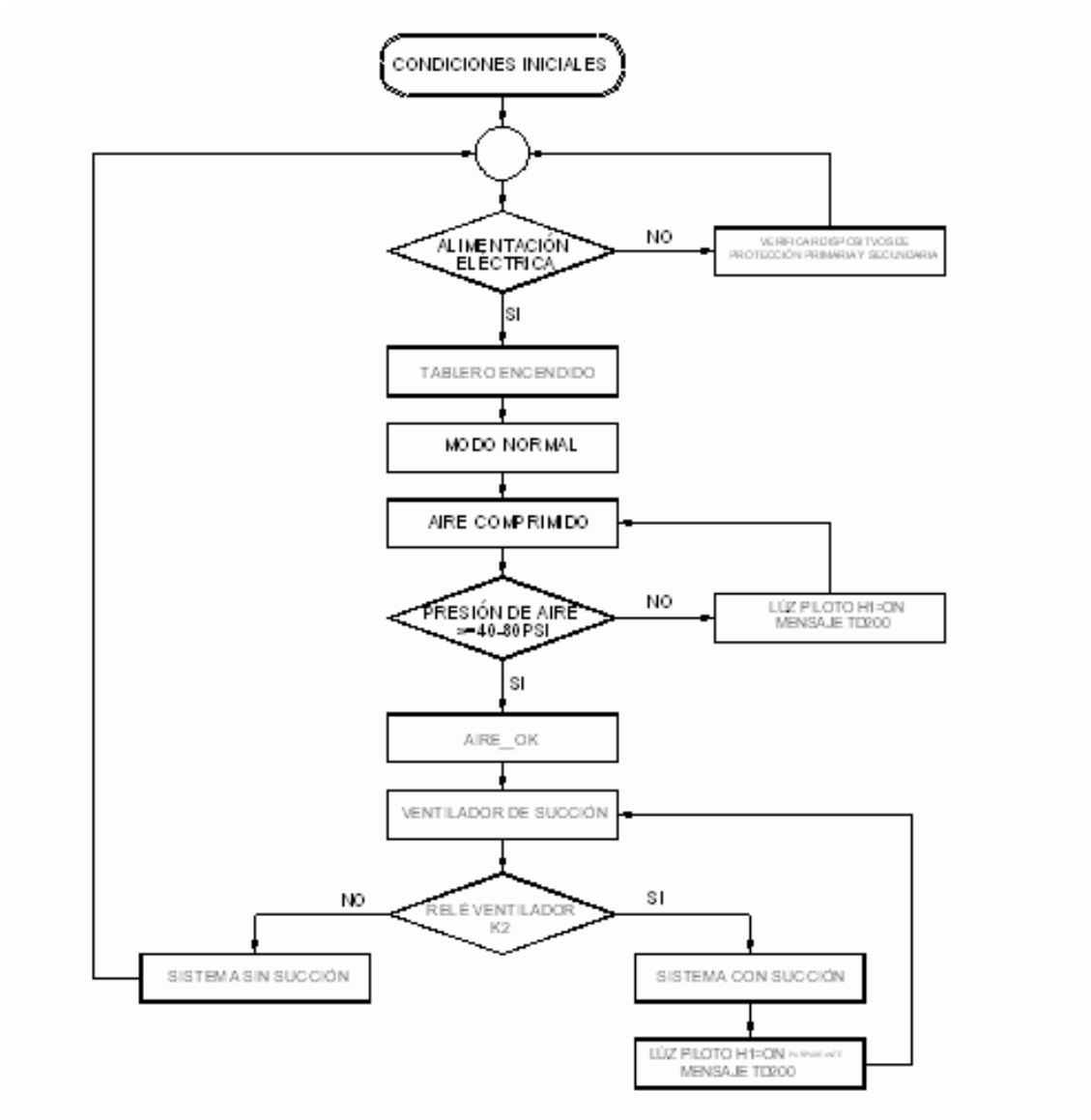


Fig. 3.9 Condiciones Iniciales

3.2.1.2 Activación/desactivación del sistema de compensación

Luego del cumplimiento de las condiciones iniciales se da paso al activado y desactivado del sistema, el cual se detalla en la figura 3.10, seguido de su descripción. El selector S1 es el encargado de activar y desactivar el sistema de compensación monitoreando en los dos casos el pulsador de emergencia.

3.2.1.2.1 *Activado*

Para la activación del sistema se debe observar si la emergencia esta activada o no, en caso de que lo este el sistema no ingresa en operación mostrando el mensaje “*ACTIVADO FALLIDO*”, si no esta activado la emergencia, pasa a monitorear el ventilador, en este punto se tendrá dos condiciones:

- Si el ventilador esta prendido, no es posible su activación ya que los daños colaterales debido al cambio brusco de presión provoca daños a la hebra así como en los ductos estableciéndose la seguridad al activado.
- Si el ventilador esta apagado el sistema se activa, dando el paso a que el sistema compense, en este punto el operador de planta puede prender el ventilador de succión, entonces el todo el sistema de acarreo se encuentra trabajando en operación normal.

3.2.1.2.2 *Desactivado*

Con el selector S1 en la posición en desactivado se pasa nuevamente al chequeo del pulsador de emergencia si este no esta pulsado, la lógica de control monitorea el ventilador de succión, si este último no se encuentra activado la acción de desactivar el sistema se efectúa, mientras que si el ventilador se encuentra en succión no se formaliza la desactivación del sistema, ya que esta acción en estas condiciones eleva la presión del sistema, perjudicando el funcionamiento del ventilador.

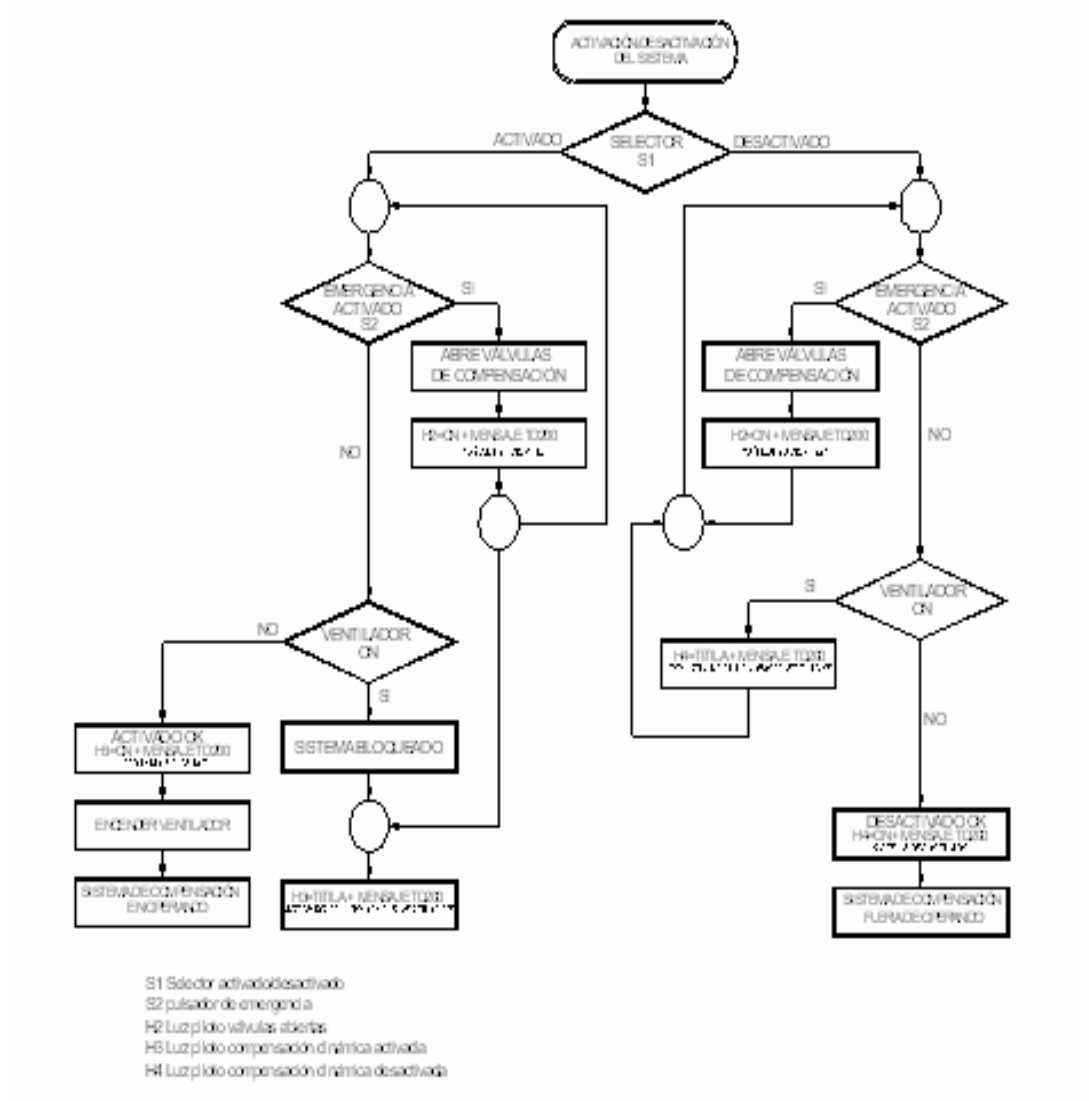


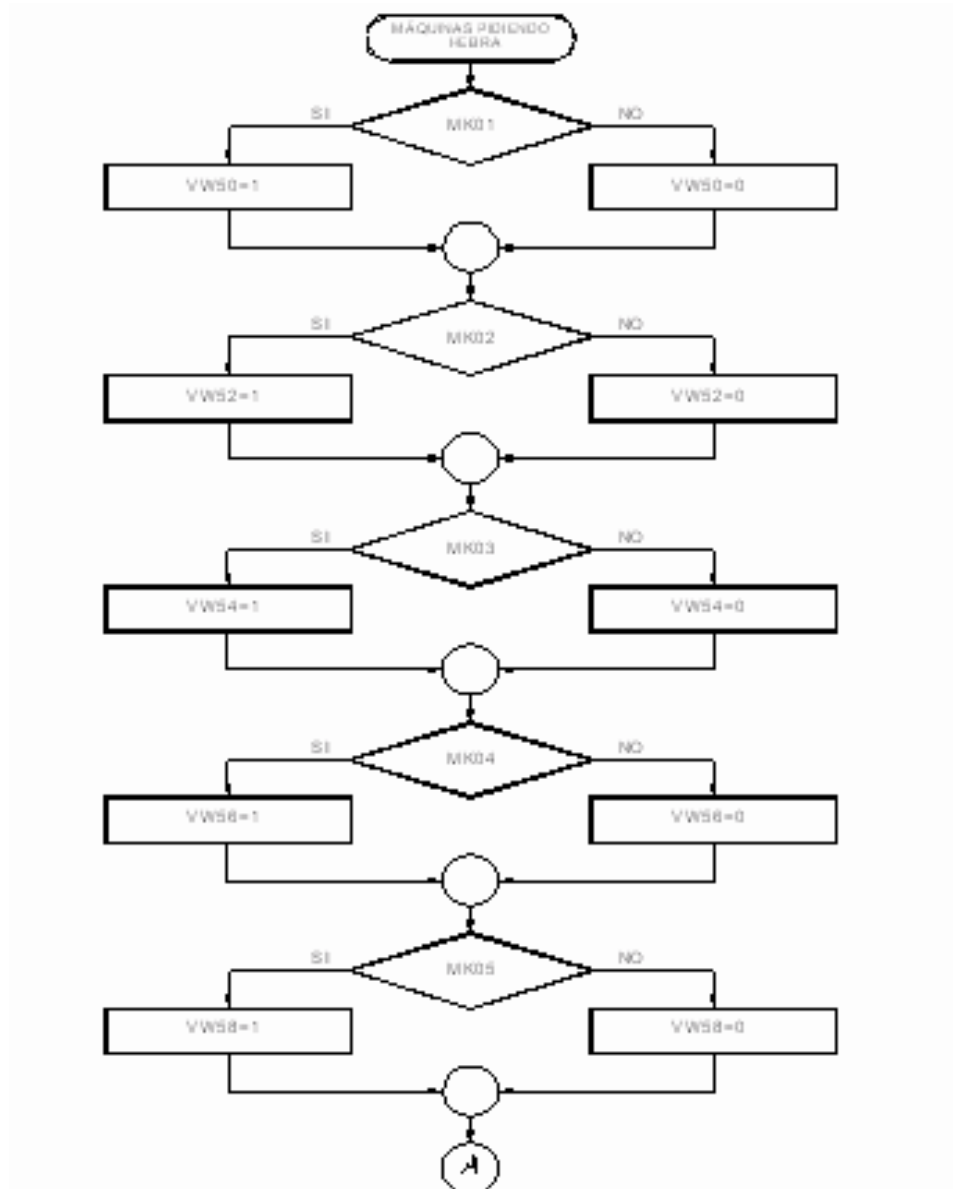
Fig. 3.10 Activación y desactivación del sistema de compensación

3.2.5.3 Máquinas pidiendo hebra

La figura 3.11 hace referencia a la secuencia de pedidos que se pueden dar por la normal operación de la planta, implementado una secuencia para determinar un número N de elaboradoras requiriendo hebra.

Por cada elaboradora se tiene dos estados definidos, mediante el software a estos se los denomina con el número uno (1) cuando la maquina requiera hebra mientras que con el número cero (0) cuando esta no solicite, activándose los auxiliares de programación desde VW50 hasta VW66 con uno de estos números,

pasando a la siguiente etapa y realizando una suma aritmética estableciendo un valor N de elaboradoras requiriendo hebra.



Viene.....

Continúa.....

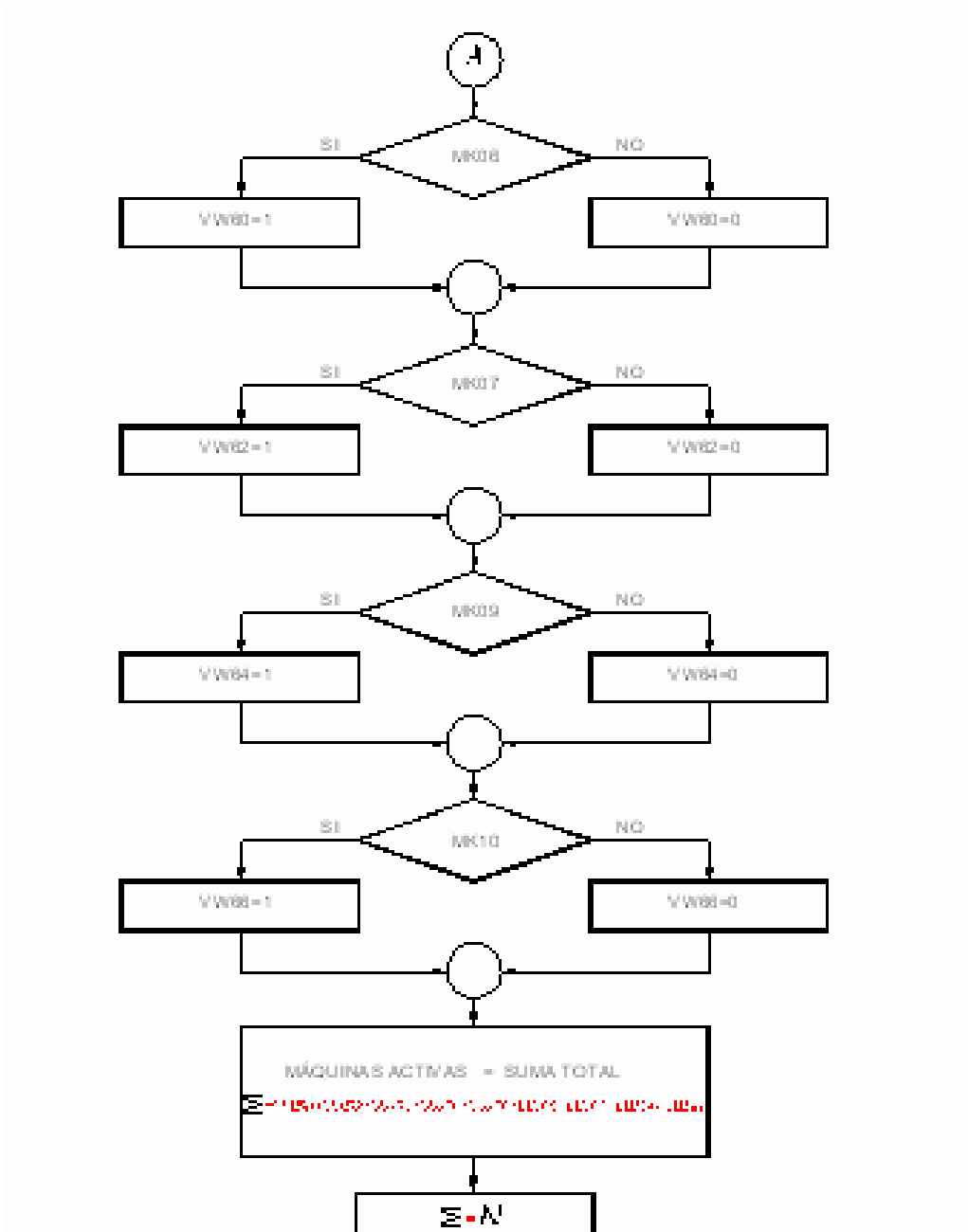


Fig. 3.11 Determinación del número de máquinas pidiendo hebra

3.2.5.4 Comparar número N abrir o cerrar válvulas de compensación

En figura 3.12 muestra el diagrama de flujo con el que se compara el número N determinado en la fase anterior y se activa las correspondientes salidas necesarias hacia las válvulas de compensación, cuando el número comparado es

mayor igual a cinco se activa la luz H1 más el mensaje “HAY N \geq 5 MAQUINAS ELABORADORAS PIDIENDO HEBRA”.

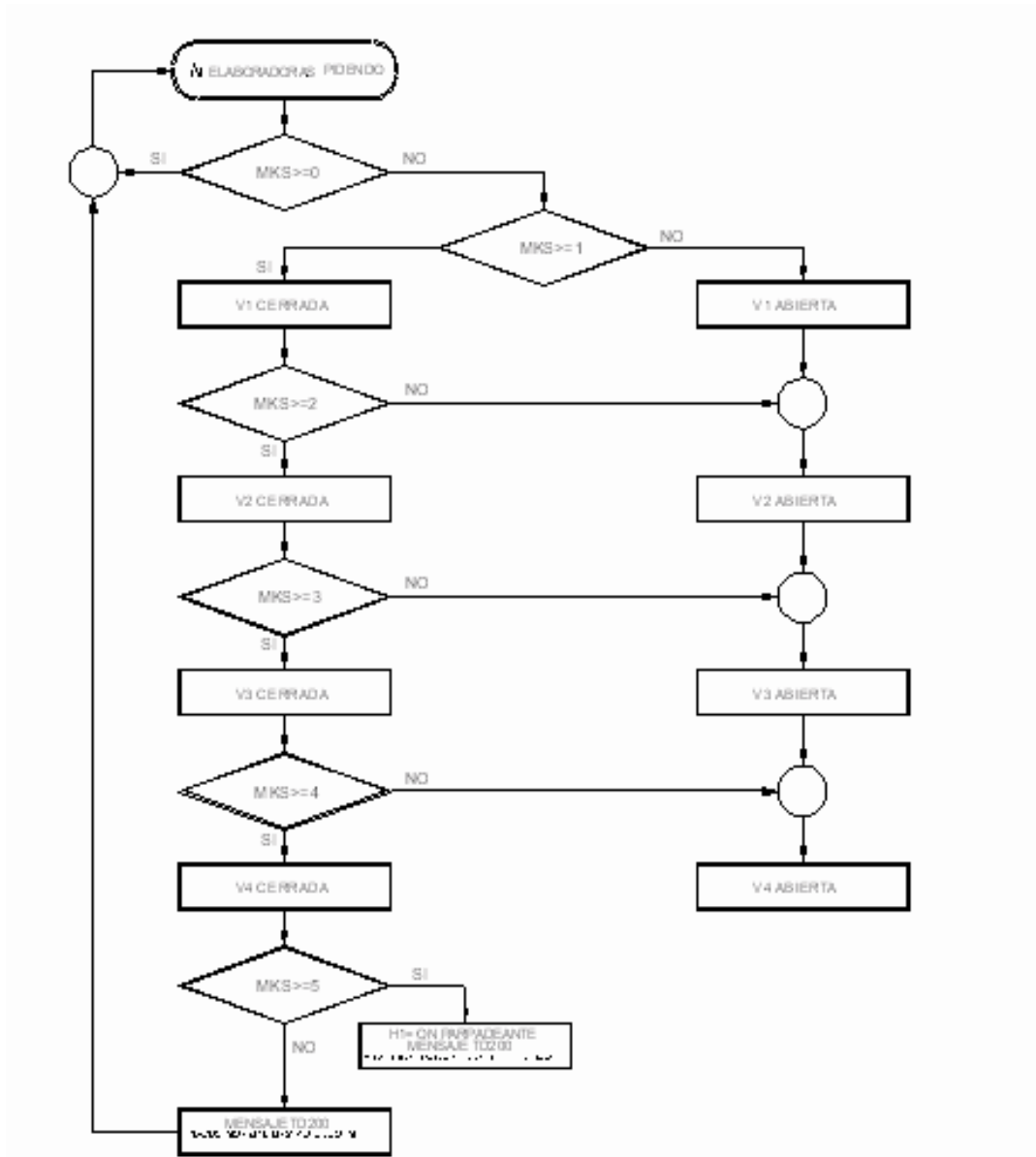


Fig. 3.12 Detección de máquinas

3.3 INTERFAZ HOMBRE MÁQUINA CON EL PANEL DE MICROAUTOMATIZACIÓN TD 200

3.3.5 DESCRIPCION TECNICA

El TD 200 es un visualizador de textos de 2 líneas (con 20 caracteres en cada una) y un interfaz de operador para la gama de sistemas de automatización S7-200 que puede conectarse a la CPU 224 XP. Permite visualizar, vigilar y modificar las variables del proceso pertenecientes a la aplicación. Se pueden ejecutar las siguientes funciones:

- Visualizar mensajes leídos de la CPU S7-200
- Ajustar determinadas variables de programa
- Forzar/desforzar entradas y salidas (E/S)
- Ajustar la hora y la fecha de las CPUs que incorporen un reloj de tiempo real

Es alimentado desde la CPU S7-200 a través del cable TD/CPU o desde una fuente de alimentación independiente.

3.3.6 CONFIGURAR EL MICRO WIN PARA EL TD 200

Los parámetros de operación almacenados son las direcciones del TD 200 y de la CPU, la velocidad de transferencia y la dirección del bloque de parámetros. La configuración se encuentra almacenada en un bloque de parámetros depositado en la memoria de variables (memoria V) de la CPU.

Una vez arrancado, lee el bloque. Se comprueba si todos tienen valores admisibles. En caso afirmativo, el TD 200 comienza a consultar los bits de habilitación de mensajes para determinar cual se debe visualizar. Luego lee el mensaje de la CPU. .

3.3.6.3 ASISTENTE PARA LA CONFIGURACIÓN

STEP 7-Micro/WIN 32 incorpora un Asistente que permite configurar fácilmente el bloque de parámetros y los mensajes en el área de datos de la memoria de la CPU S7-200. El Asistente de configuración escribe automáticamente el bloque de parámetros y los textos de los mensajes en el editor de bloques de datos, tras elegirse las opciones y crearse los mensajes. Dicho bloque se carga en la CPU.

Para abrir el Asistente, se elije el comando Herramientas > Asistente TD 200.

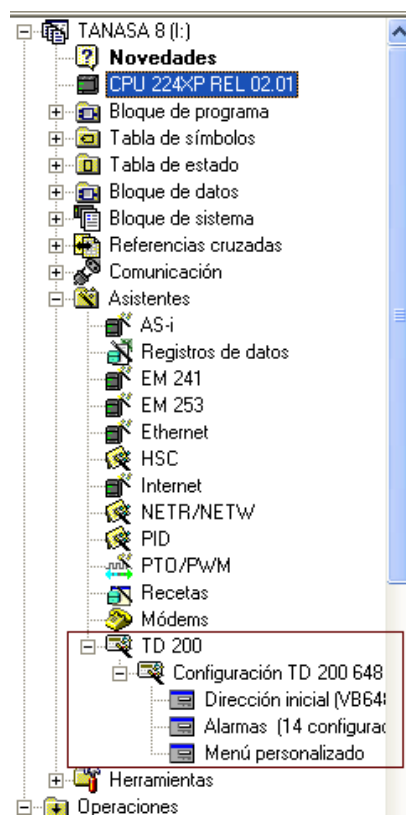


Fig. 3.13 Arrancar el asistente del TD200

Primero se selecciona el modelo y la versión.

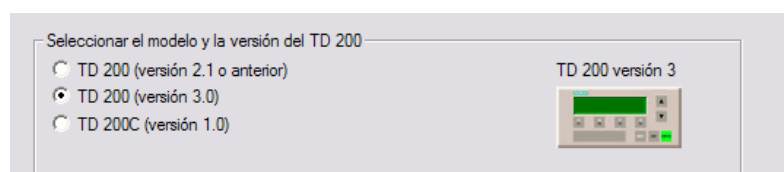


Fig. 3.14 Seleccionar el modelo y la versión del TD

Los botones del módulo son configurados como contactos para ser utilizados en el modo normal, esto amerita configurar las teclas F y S_F como contactos momentáneos como se muestra a continuación Fig. 3.15.

	Nombre del botón	Símbolo del botón	Acción del botón
1	F1	F1	Activar bit
2	SHIFT+F1	S_F1	Activar bit
3	F2	F2	Contacto momentáneo
4	SHIFT+F2	S_F2	Activar bit
5	F3	F3	Activar bit
6	SHIFT+F3	S_F3	Activar bit
7	F4	F4	Activar bit
8	SHIFT+F4	S_F4	Activar bit

Fig. 3.15 Configurar los botones del teclado.

Finalizada la configuración, se elabora el menú que el usuario utilizará en pantalla para seteo de valores que requiera el sistema.



Fig. 3.16 Menu para seteo de valores

Seleccionando menú personalizado se ingresa el nombre del menú y se editan las pantallas como se muestra en la figura 3.17.



Fig. 3.17 Pantalla del elemento menú personalizado.

Finalmente se configuran las alarmas seleccionando el icono respectivo y se edita la pantalla de acuerdo al mensaje pertinente Fig. 3.18

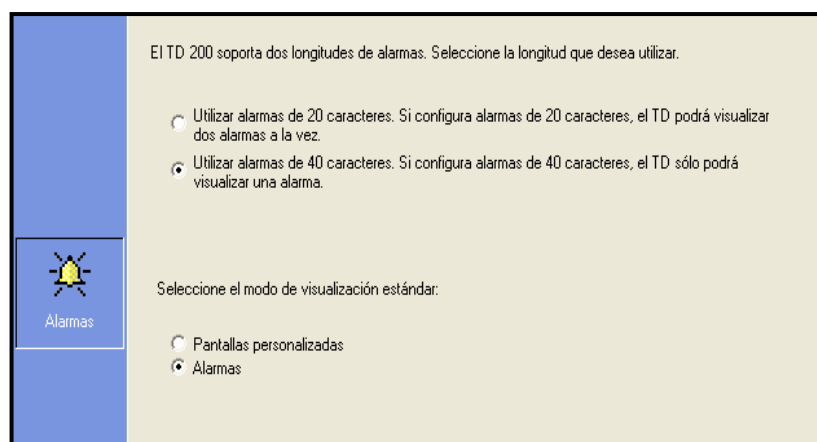


Fig. 3.18 Opciones de alarma



Fig. 3.19 Pantalla de alarma

Parametrizado todos los eventos Fig. 3.19, se asigna un grupo de memoria V para ser utilizada en la memoria del PLC.

El bloque de parámetros y los mensajes se visualizan abriendo el editor de bloques de datos de STEP 7-Micro/WIN.

En el anexo C se presenta el programa de control implementado.

CAPÍTULO IV

MANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO, ANÁLISIS DE PRUEBAS Y RESULTADOS

4.1 MANUAL DE OPERACIÓN

4.1.1 INTRODUCCIÓN

El sistema de compensación a la velocidad de arrastre de hebra de tabaco, que se describe en este manual, debe ser usado y operado solo por personal capacitado.

4.1.2 OPERACIÓN DEL SISTEMA DE COMPENSACIÓN

El sistema cuenta con dos opciones de operación: ACTIVADO Y DESACTIVADO.

4.1.2.1 Desactivado del sistema de compensación (SC).

Se cierran todas las válvulas V1 V2 V3 V4, y el sistema funciona sin compensación, es decir mantiene el mismo funcionamiento que tenía antes el sistema de succión, la cual se detalla más adelante en la sección 4.1.3.2.

4.1.2.2 Activado del sistema de compensación (SC).

La operación en activado habilita el funcionamiento del sistema de compensación, haciendo que las válvulas V1 V2 V3 V4, actúen en función de los requerimientos del sistema, las cuales trabajan en modo de operación normal.

4.1.2.2.1 *Modo normal*

Se tiene la operación del sistema con las válvulas V1 V2 V3 V4 para la compensación de las variables del proceso. Es posible visualizar en el esquema frontal del tablero de control las lámparas azules encendidas que indican que las válvulas de compensación se encuentran abiertas, y de estar apagadas representa las válvulas de compensación cerradas.

Un mensaje en pantalla indica el modo de operación normal, acompañado del dato del número de máquinas elaboradoras en pedido de hebra.

La visualización del número de maquinas elaboradoras en pedido de hebra también se puede ver a través de las lámparas verdes de indicación de máquinas en pedido ubicadas en la puerta del tablero de control.

4.1.3 **CONDICIONES INICIALES DE OPERACIÓN**

El requisito indispensable para que el sistema entre en correcto funcionamiento es que exista **alimentación eléctrica y neumática** (aire comprimido a las válvulas) previos al arranque del ventilador.

4.1.3.1 **Efectos de no cumplir con las condiciones iniciales**

- Si el ventilador se enciende cuando aun no hay aire comprimido de alimentación, el sistema no actúa y se mantienen las válvulas V1 V2 V3 V4 en la posición anterior en la que se encontraban; se enciende la lámpara de advertencia amarilla H1 y aparece un mensaje en pantalla que indica la inexistencia de aire.
- Si se habilita la alimentación de aire comprimido y el ventilador esta ya encendido, el sistema se bloquea y no entra en funcionamiento ni en modo activado ni desactivado, parpadea la lámpara de advertencia amarilla H1 y aparece el mensaje en pantalla que indica la falla.

- Para poner en marcha el sistema es necesario apagar el ventilador y seguir el respectivo procedimiento.

4.1.4 DESACTIVADO DEL SISTEMA DE COMPENSACIÓN

Para que el sistema funcione como desactivado hay que seguir la siguiente secuencia de operación, y el sistema de succión funciona en modo antiguo sin compensación.

4.1.4.1 Secuencia de operación para desactivado del SC.

4.1.4.1.1 Verificar condiciones iniciales.

- El Ventilador debe estar Apagado. Si el Ventilador se encuentra encendido, asegurarse de apagarlo para asegurar la secuencia de operación.
- Alimentación eléctrica.
 - Verificar que el breaker secundario y todos los fusibles del tablero se encuentren activados.
 - Activar el breaker principal.
- Alimentación neumática (aire comprimido a las válvulas).
 - Si no se cuenta con aire comprimido de alimentación, se enciende la lámpara amarilla H1 (verificación de pantalla) y aparece en pantalla el mensaje en el panel TD200 de inexistencia de aire.

Para saber que el sistema esta listo vasta con chequear que la lámpara amarilla de advertencia H1 este apagada.

4.1.4.1.2 *Seleccionar “desactivado”.*

Utilizando el selector S1 colocar en la posición “DESACTIVADO”, se enciende la lámpara de indicación roja H4, el sistema cierra las válvulas V1 V2 V3 V4 y el sistema de succión queda sin la compensación. De esta manera el sistema de succión trabaja igual a lo que tradicionalmente ha venido operando sin el sistema de compensación implementado.

4.1.4.1.3 *Desenergizar*

Una vez que el sistema se desactiva, desenergizar el tablero de control por medio del Breaker Principal Q1.

4.1.4.1.4 *Arrancar el ventilador.*

4.1.5 ACTIVADO DEL SISTEMA DE COMPENSACIÓN

Para que el sistema funcione como ACTIVADO hay que seguir la siguiente secuencia de operación

4.1.5.1 Secuencia de operación para el activado del SC.

4.1.5.1.1 Verificar condiciones iniciales.

- Apagar Ventilador.
- Alimentación eléctrica.
 - Verificar que el breaker secundario y todos los fusibles del tablero se encuentren activados.
 - Activar el breaker principal.
- Alimentación neumática (aire comprimido a las válvulas).
 - Si no se cuenta con aire comprimido de alimentación, se enciende la lámpara amarilla H1 y aparece en pantalla el mensaje de inexistencia de aire.

Para saber que el sistema esta listo vasta con chequear que la lámpara amarilla de advertencia H1 este apagada.

4.1.5.1.2 *Seleccionar “activado”*

Utilizando el selector S1 colocar en la posición “ACTIVADO”, se enciende la lámpara de indicación verde H3. Se abren las válvulas V1 V2 V3 V4.

Inmediatamente el sistema queda listo para operar. Por seguridad el sistema siempre se activa en modo normal de operación.

4.1.5.1.3 *Arrancar el ventilador.*

4.1.5.1.4 *Salir de operación*

Al finalizar la producción, apagar el ventilador. Es recomendable desenergizar el sistema de compensación.

4.1.6 CONFIGURACION DEL MODO DE OPERACIÓN EN EL PANEL TD200.

Utilizando el panel de control TD200, seguir los siguientes pasos:

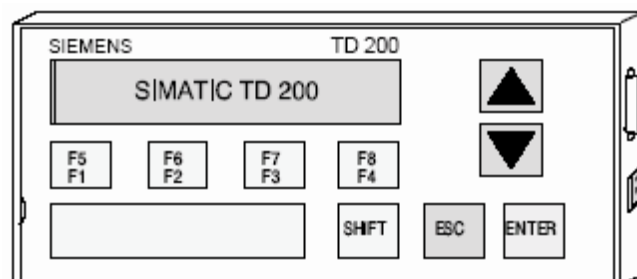






FIGURA 5. PANEL TD200

- Presionar una vez **ESC**.

- Utilizando las teclas   seleccionar la opción MENU PERSONALIZADO y presionar **ENTER**.
- Seleccionar el menú TANASA, presionando **ENTER**.
- Aparece el mensaje INGRESE CODIGO DE MODO DE OPERACION, presionar **ENTER** y utilizando las teclas   poner el valor en **0 (CERO)**
- Presionar **ENTER** y el modo queda seleccionado.
- Para visualizar la pantalla del modo, presionar **ESC** dos veces consecutivas

4.1.7 MANUAL RÁPIDO DE PUESTA EN MARCHA

- Apagar Ventilador
- Energizar el tablero de control (Q1)
- Verificar que la lámpara de advertencia amarilla este apagada.
- Poner Selector S1 en la posición ACTIVADO
- Arrancar el Ventilador.
- Al finalizar la producción, apagar el Ventilador y desenergizar el tablero (Q1)

4.1.8 MENSAJES DE INFORMACIÓN EN LA PANTALLA DEL TD200

MENSAJE	TIPO	DESCRIPCION	ACCION
TANASA QUITO ECUADOR	PRESENTACION	Mensaje de presentación, aparece cuando el sistema esta desactivado	NINGUNA
MODO V1 V2 V3 V4	INFORMACION	Indica el modo de operación del sistema	NINGUNA
MODO NORMAL MKS PIDIENDO #	INFORMACION	Indica el modo de operación del sistema, Además el número de máquinas Elaboradoras pidiendo Hebra	NINGUNA

VALVULAS SIN AIRE DE ALIMENTACION	ADVERTENCIA	Indica la inexistencia de aire comprimido de alimentación a las válvulas.	Verificar la existencia de aire comprimido en el sistema de alimentación neumática. Averiguar en casa de maquinas.
HAY # ELABORADORAS PIDIENDO HEBRA	ADVERTENCIA	Cuando mas de 4 máquinas Elaboradoras están pidiendo hebra	Revisar las Máquinas Elaboradoras que estén en normal ciclo de pedido y las que no lo están
ACTIVADO FALLIDO APAGAR VENTILADOR	ADVERTENCIA	Intento de Activar el sistema de compensación después que el ventilador esta prendido	Para activar el sistema, apagar el ventilador y seguir la secuencia normal de operación
DESACTIVADO FALLIDO APAGAR VENTILADOR	ADVERTENCIA	Intento de Desactivar el sistema de compensación después que el ventilador esta prendido	Para desactivar el sistema, apagar el ventilador y seguir la secuencia normal de operación
SISTEMA ACTIVADO	INFORMACION	Indica que la activación del sistema es correcta y se puede proceder a la operación	NINGUNA
SISTEMA DESACTIVADO	INFORMACION	Indica que la desactivación del sistema es correcta y se puede proceder a la operación	NINGUNA
EMERGENCIA VALVULAS ABIERTAS	ADVERTENCIA	Indica que todas las válvulas se encuentran abiertas y bloqueadas gracias a que el interruptor de Emergencia S2 ha sido pulsado	Verificar la emergencia. Para salir del bloqueo apagar el ventilador y halar el interruptor S2

4.2 MANUAL DE MANTENIMIENTO

Las operaciones de mantenimiento y/o reparación del sistema de compensación con los tableros abiertos, deben ser efectuadas por personal especializado y autorizado, ya que revisando periódicamente los parámetros de sus más importantes componentes, podemos asegurar el buen funcionamiento de sus partes.

El personal encargado del mantenimiento debe tener el conocimiento tanto de la manipulación del sistema, como de su reparación.

4.2.1 PRECAUCIONES DE SEGURIDAD

Para usar el sistema de modo correcto y seguro, es esencial que las personas encargadas del mantenimiento y reparación tomen en cuenta las medidas y procedimientos fundamentales de seguridad, a fin de reducir el riesgo de descarga eléctrica y de lesiones.

4.2.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Con el objeto de mantener el sistema de compensación en buenas condiciones y operativo, nos valemos del mantenimiento preventivo, el cual nos provee los medios para la conservación de sus elementos físicos, manteniéndolos en condiciones de operar con una máxima eficiencia, seguridad y economía.

Este se sustenta en el análisis previo de la información técnica, características, experiencias y factores que afectan la operación del mismo. A partir de ello se planifican y programan las actividades rutinarias de mantenimiento, con el fin de no afectar a la producción.

4.2.2.1 Mantenimiento de los tableros de Control y Electroneumático

- Chequear y ajustar pernos de conexiones del PLC, reles, borneras de conexión.
- Comprobar voltajes y corrientes del circuito de control.
- Verificar el correcto funcionamiento de la fuente de corriente continua.
- Controlar y verificar la puesta a tierra efectuando las tareas de apriete.
- Comprobar las alarmas del TD200 y pulsador de emergencia.
- Chequear el anclaje del tablero electroneumático y de sus elementos, debido a que esta implementado bajo la mesa de soporte de válvulas de compensación, la cual esta a sujeta vibraciones constantes.
- Comprobar el funcionamiento de las luces indicadoras.

- Chequeo de fusibles y breakers del sistema.
- Revisar los marquillados del cableado de los tableros.

4.2.2.2 Mantenimiento del Sistema Neumático

- Revisar que no existan fugas de aire en las tuberías, elementos, acoples y actuadores neumáticos.
- Revisar el nivel del aceite del lubricador de la unidad de mantenimiento neumático.
- Controlar que la purga del condensado en el sistema sea periódica.
- Controlar que el presostato funcione entre las presiones seteadas (40-80PSI)
- Examinar el estado de las válvulas de globo, tanto del suministro de aire como de la purga.

4.2.2.3 Mantenimiento general del sistema

- Revisar el anclaje de los finales de carrera en cada maquina elaboradora, además de que exista una buena toma de señal.
- Revisar el estado del cableado, el cual debe estar libre de agentes extraños, mismos que pueden cortar, lastimar e incluso recalentar el cable.
- Revisar que la sujeción y anclaje de las tuberías eléctrica y neumática se encuentren en buen estado.
- Inspeccionar que no existan cuerpos extraños en las válvulas, que impidan la apertura o cierre de las mismas.
- En los periodos de mantenimiento es recomendable la rotación de las válvulas de compensación para conseguir un desgaste equitativo del conjunto.

4.3 PRUEBAS

A continuación se describirán las pruebas que se realizaron antes de poner en funcionamiento el sistema de compensación.

4.3.1 PRUEBAS Y SIMULACIÓN DE LOS PROGRAMAS.

El proceso de pruebas del PLC SIEMENS CPU 224XP se facilitó debido a que todas las señales usadas son de tipo digital, y se pudo hacer la simulación de entradas mediante el accionamiento mecánico en los reles que son los que conmutan las entradas y las luces indicadoras, los cuales fueron manipulados a voluntad con lo que se simuló la toma de señal de los finales de carrera, y a la vez se pudo visualizar el funcionamiento de las luces indicadoras en la puerta del tablero.

Se comprobó que el PLC ejecuta de forma correcta la secuencia del sistema de compensación al momento de pedido de hebra, paralelamente se comprobó que el visualizador de textos TD-200 despliega los mensajes correctos en su pantalla.

De igual forma se hizo la conexión entre el PLC y la computadora donde se estaba realizando la programación y se puso en línea para proceder a la simulación en tiempo real del programa. Esto fue una herramienta muy útil ya que ayudó a evitar fallas peligrosas en el momento de probar el sistema en producción.

4.3.2 PRUEBAS DEL TABLERO DE CONTROL

Luego de la instalación de todos los elementos de protección, operación, control y maniobra en el tablero de control se procedió a hacer las siguientes pruebas:

4.3.2.1 Pruebas de alimentación de voltajes.

Esta prueba descarta que al activar los disyuntores de protección ningún elemento reciba un nivel de voltaje equivocado y evita que existan conexiones que produzcan corto circuito y la posterior avería de cualquiera de los elementos.

La codificación de los dispositivos de protección es muy importante, con esta información se procedió a medir los voltajes que deberían tener cada uno de los disyuntores y a que circuito alimentan, una vez verificados los voltajes se procedió a encender uno a uno y a constatar el buen funcionamiento de cada uno de los dispositivos y elementos de control.

4.3.2.2 Pruebas de cableado de señales I/O al PLC.

Esta prueba se realizó una vez que se ha comprobado que el tablero de control esta totalmente energizado y que cada uno de los finales de carrera están bien anclados y recibiendo 24VDC, este último sirve como señal de control desde las máquinas elaboradoras hacia los módulos de entrada del PLC.

Se comprueba que todas las señales que se encuentran en las borneras del tablero de control lleguen luego de que los finales de carrera han sido activados, a la vez se verifica que estas señales de entrada lleguen a las bobinas de los relés que conmuten las señales que lleguen hacia los módulos de entrada del PLC.

Se constató que al ir forzando cada una de las salidas del PLC se activen los actuadores, es decir las bobinas de las electroválvulas, observando la apertura y cierre de las válvulas de compensación.

Todos los finales de carrera existentes en cada máquina elaboradora tienen contactos que se accionan dependiendo del estado lógico del cilindro, para el proyecto se realizó el cableado de estos con el propósito de llevar la señal de 24 VDC como señal de control desde cada elaboradora hasta el tablero

Tomamos la consideración que “todo contacto en condiciones de pedido de hebra debe estar cerrado” es decir que en la bornera correspondiente debe llegar 24 VDC, luego comprobando con un multímetro voltajes en cada una de las borneras correspondientes a cada sensor se determina que el cableado realizado es correcto.

4.3.3 PRUEBAS DE ENCENDIDO Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

4.3.3.1 Pruebas de encendido

En esta prueba se verificó que todos los pasos que el sistema debe seguir desde el encendido hasta que llega a su operación normal se cumplan, así como también que todos los elementos que el PLC activa lo haga a su debido tiempo, para lo cual se requirió una computadora portátil que permitió el monitoreo en tiempo real del programa que está corriendo en el PLC.

Las pruebas que se realizaron fueron las siguientes:

1. Se gira el selector de llave S1 con el ventilador apagado y observamos si existe alguna alarma en el visualizador TD200.
2. Luego se enciende el ventilador una vez activado el sistema y se presiona el pulsador de emergencia, para lo cual se constata que las válvulas de compensación se abren.
3. Sacamos de emergencia al sistema y observamos que no permite que este entre a operar, para ello se apaga el ventilador, solo entonces podemos regresar al sistema de compensado.
4. Se comprueba que todas las luces indicadoras se activan cuando lo requiere el sistema.
5. Se prueba los mensajes de alarma posibles en el visualizador TD200 forzando las entradas a través del computador.

Cada una de las pruebas descritas fue hecha individualmente y solamente al comprobar que todas cumplían su objetivo se realizó una prueba general de arranque.

4.3.3.2 Pruebas de apagado

Después de haber hecho las pruebas de arranque individualmente se procedió hacer una prueba de apagado.

Las pruebas que se hicieron fueron las siguientes:

1. Colocamos el selector en la posición de desactivado, una vez que el ventilador también lo este, observando una desactivación correcta del sistema.
2. Igualmente desactivamos al sistema con el ventilador prendido, observando que el software no nos permite la desactivación del sistema como medida de seguridad.
3. Se ensaya desenergizando al sistema de compensación en funcionamiento, observando que las válvulas compensación se abren como una medida de seguridad, al retorno de la energía, si el selector quedo en activado el sistema trabaja normalmente.

En el proceso de pruebas el computador estaba monitoreando el programa y se verificó que los mensajes en el TD200 sean los correctos.

4.4 CONCLUSIONES

La presente sección detalla las conclusiones a las que se han llegado luego de haber desarrollado la implementación, automatización y pruebas realizadas al sistema de compensación, las cuales se complementan con las recomendaciones que se hacen en función de las experiencias que se adquirieron durante la ejecución del proyecto.

- El estudio del proceso de arrastre de hebra, es la base fundamental en el desarrollo del proyecto gracias a lo cual se estipulan los parámetros necesarios para la implementación de la automatización permitiendo eliminar los errores.
- Se implementa los mecanismos periféricos necesarios para el desarrollo del control, utilizando las instalaciones disponibles de la planta con el fin de generar la menor cantidad de eventos traumáticos, ya que en la industria los paros de producción conlleva a graves pérdidas.
- Se diseña el sistema de automatización y control utilizando el PLC S7 200 CPU 224XP del la familia SIMATIC de SIEMENS complementado con un

modulo de expansión EM222 de salidas digitales por rele para el manejo del bloque E (iluminación del tablero) y el panel de micro automatización TD200 que permite interactuar al operador con el sistema implementado.

- Los tiempos de operación para la compensación son relativamente pequeños y además son acciones repetitivas por lo que conviene un PLC con salidas por transistor, ya que el rango de operación de este en lo que concierne al número de switcheos es mucho mayor al del tipo rele, por su misma naturaleza de hacer esta acción a través de un elemento de estado sólido.
- Los voltaje manejados en la ejecución del proyecto están acorde con los niveles que indica la norma, además de cuentan con al correspondiente nomenclatura tanto en campo como en los diagramas de conexionado.
- Interpretar y estudiar los manuales, fichas técnicas de equipos y materiales facilita la correcta selección. Además de que se puede garantizar un trabajo bien ejecutado.
- Los conocimientos empleados para el desarrollo de la implementación del sistema de compensación corresponden a las áreas académicas de Control Industrial I y II, Instrumentación Industrial, Neumática, Fluidos, Instalaciones Eléctricas.
- El sistema de compensación implementado proporciona una visión mejorada y práctica del proceso de acarreo de hebra de tabaco, además brinda al estudiante una fuente de consulta bibliográfica acorde con el pènsun académico de la Carrera de Tecnología Electromecánica.

4.5 RECOMENDACIONES

Previo a la puesta en marcha del sistema se debe leer los manuales instructivos de operación y mantenimiento de tal manera pudiéndose precautelar el correcto funcionamiento del mismo.

- Hacer un mantenimiento preventivo conlleva a la detección de posibles averías determinando la solución a tiempo.
- La acumulación de polvo producido por el proceso de acarreo podría causar dificultades en la operación de las válvulas de compensación por lo que es recomendable una limpieza de rutina a las mismas, que debe ser ejecutada en los periodos de mantenimiento.
- Cuando se realicen operaciones de mantenimiento se deben eliminar todos los riesgos posibles, para este caso se deben descartar los riesgos eléctricos, y los de atrapamiento mecánico, entre los principales.
- El sistema de compensación es netamente neumático por lo que se debe asegurar la existencia de aire comprimido en las válvulas de compensación.
- Se debe tomar en cuenta que para mejorar el acarreo de la hebra se tiene que optimizar el proceso de alimentación desde los feeders hasta las tuberías de succión, debido a que en este lapso la hebra forma grumos o montículos que tapan la tubería.
- Mediante la ejecución del proyecto se pudo observar falencias de conocimientos de procesos productivos, por lo que se sugiere tener un mayor número de visitas técnicas a empresas e industrias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- SIEMENS SIMATIC; “Sistema de automatización S7- 200. Manual de Sistema”. 2da edición Alemania 2008.
- SIEMENS SIMATIC; “Visualizador de textos TD - 200. Manual del Usuario”. 5ta edición Alemania 2008.
- CAMOZZI; “Programa de Producción” 2005 – 2006.
- NARVAEZ, Edison, NARVAEZ, Victor; “Diseño y construcción de un prototipo de pasterización de leche a pequeña escala” Tesis. Ingeniería en Electrónica y Control EPN.
- ÁNGULO, Pablo; “Diagramas de Control Industrial”, Facultad de Ingeniería Eléctrica, Quito 1990.

Direcciones Electrónicas:

- www.monografias.com/trabajos7/mafu/mafu.shtml
- <http://www.materiales-sam.org.ar/sitio/biblioteca/laserena/21.pdf>
- <http://www.monografias.com/trabajos51/transportadores/transportadores2.shtml>
- <http://www.mce.lapampa.gov.ar/epet1/oferta/modulos/4-cal-dis/Elevador%20a%20cangilones.doc>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Cinta_transportadora
- <http://www.festo.com/catalogos>