

UNIVERSIDAD DON BOSCO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA



TRABAJO DE GRADUACION:

**“MANUAL DE REFERENCIA PARA EL DISEÑO
ELECTROMECHANICO, FABRICACION, PUESTA EN
MARCHA, REPARACION Y MANTENIMIENTO DE
MAQUINAS EMPACADORAS DE LIQUIDOS PARA LA
INDUSTRIA NACIONAL”**



PRESENTADO POR:

JUAN NELSON SANCHEZ SORIANO

PARA OPTAR AL GRADO DE:

INGENIERO ELECTRICISTA

OCTUBRE DE 1997

Ciudadela Don Bosco, Soyapango, San Salvador, El Salvador, C.A.

UNIVERSIDAD DON BOSCO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA

TRABAJO DE GRADUACION:

**“MANUAL DE REFERENCIA PARA EL DISEÑO
ELECTROMECHANICO, FABRICACION, PUESTA EN
MARCHA, REPARACION Y MANTENIMIENTO DE
MAQUINAS EMPACADORAS DE LIQUIDOS PARA LA
INDUSTRIA NACIONAL”**

PRESENTADO POR:

JUAN NELSON SANCHEZ SORIANO

PARA OPTAR AL GRADO DE:

INGENIERO ELECTRICISTA

OCTUBRE DE 1997

Ciudadela Don Bosco, Soyapango, San Salvador, El Salvador, C.A.

UNIVERSIDAD DON BOSCO

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

**ING. FEDERICO HUGETT
RECTOR**

**Pbro. PEDRO GARCIA
SECRETARIO GENERAL**

FACULTAD DE INGENIERIA

ING. CARLOS GUTIERREZ

DECANO

AGRADECIMIENTOS

A DIOS PADRE, A JESUS, MI SALVADOR Y AL ESPIRITU SANTO

Por haberme permitido alcanzar esta meta y por todas sus bendiciones.

A DINORA Y JUAN DAVID

**Mi esposa y mi hijo, por apoyarme y motivarme en todo momento.
Los amo. ¡Gracias!**

A MIS PADRES

Por enseñarme con su ejemplo el buen camino. Me siento orgulloso de que sean mis padres. ¡Gracias! que Dios los bendiga.

A MIS HERMANAS

Diny y Marty, por su apoyo moral y espiritual

A MIS AMIGOS

Ricardo Rosa (Q.D.D.G.), David Lemus y demás compañeros que me ayudaron y animaron a lograr esta meta. Muchas gracias.

"Porque mejor es la sabiduría que las piedras preciosas; Y todo cuanto se puede desear, no es de compararse con ella".

Proverbios 8:11.

UNIVERSIDAD DON BOSCO

TRABAJO DE GRADUACION CALIFICADO POR:

**ING. ANSELMO VALDIZON
ASESOR**

**ING. WILFREDO GUZMAN VALENCIA
JURADO PRESIDENTE**

**ING. PEDRO CHANCHAN JIMENEZ
JURADO VOCAL**

UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA

TRABAJO DE GRADUACION PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO
ELECTRICISTA:
“ MANUAL DE REFERENCIA PARA EL DISEÑO ELECTROMECHANICO,
FABRICACION, PUESTA EN MARCHA, REPARACION Y MANTENIMIENTO
DE MAQUINAS EMPACADORAS DE LIQUIDOS PARA LA INDUSTRIA
NACIONAL”

ASESOR: Ing. Anselmo Valdizón

ALUMNO: Br. Juan Nelson Sánchez Soriano

CARNET: 8802014

CIUDADELA DON BOSCO 23 DE AGOSTO DE 1997.

INDICE

TEMA	PAGINA
Introducción	
Objetivos	1
Alcances y Limitaciones	2
Definición de términos.....	4
 Capítulo 1. Máquinas empacadoras de líquidos, Definiciones y Generalidades	 8
1.3. Clasificación de las MEL's	11
1.4. Descripción del funcionamiento de las MEL's	17
 Capítulo 2. Sistema de halado y formado del material de empaque	
2.1.1. Análisis funcional	39
2.2. Elección de materiales de acuerdo al material de empaque y producto a empaque	46
2.3. Control de calidad para la fabricación de las piezas o suministro de las mismas para el sistema de halado y formado del ME.....	48
2.3.1. Rodillos y rodamientos	49
2.3.2. Soportería del sistema de halado y formado del material de empaque	53
2.3.3. Cuello y tubo formador	55
2.3.4. Recomendaciones generales de ajuste	58
 Capítulo 3. Sistema de frenado eléctrico y mecánico	
3.1. Análisis funcional	59
3.2. Sistema de frenado del dispensador de material de empaque	62
3.3. Recomendaciones para la selección y diseño de los sistemas de frenado eléctrico y mecánico	68
 Capítulo 4. Sistema de dosificación	
4.1. Análisis funcional	69
4.2. Calibración del sistema de dosificación	73
4.3. Criterios de selección y diseño de los sistemas de dosificación	74
4.4. Recomendaciones para el montaje y pruebas de los sistema de dosificación	76

Capítulo 5. Sistema eléctrico y mecánico de sellado

5.1 Diagrama general de bloques del sistema y análisis funcional	78
5.2 Diagramas eléctricos y mecánicos de los sistemas de sellado	82
5.3 Montaje mecánico	82
5.4 Criterios de selección y diseño del controlador de temperatura	89
5.4.1 Cálculo de la cantidad de calor consumido por el material de empaque para obtener un sellado efectivo	90
5.5 Proceso de fabricación y montaje de la tarjeta electrónica de control de de temperatura	101
5.6 Recomendaciones para el montaje y pruebas de los sistemas de sellado eléctrico y mecánico	104

Capítulo 6. Sistema de enfriamiento

6.0 Diagrama general de bloques del sistema y análisis funcional	106
6.1 Principios fundamentales para el dimensionamiento de los sistemas de enfriamiento	110
6.2 Cálculo del sistema de enfriamiento para MEL's	113
6.3 Sistemas de control de temperatura para unidades de enfriamiento	119
6.4 Criterios de selección y diseño de la unidad de enfriamiento	122
6.5 Recomendaciones para el montaje eléctrico y mecánico de los sistemas de enfriamiento	123

Capítulo 7. Sistema de alimentación, protección y control eléctrico

7.0 Diagrama de bloques del sistema y análisis funcional	125
7.1 Diseño eléctrico del sistema de alimentación de potencia, protección y control eléctrico	130
7.1.1 Proceso de dimensionamiento de conductores y protecciones del sistema eléctrico	130
7.2 Diseño eléctrico del sistema de control	134
7.3 Costeo de los sistemas de alimentación, protección y control	143
7.4 Diseño del tablero de elementos	143
7.5 Diseño del tablero de control	145
7.6 Sugerencias para el montaje de los sistemas eléctrico de de potencia y control	145

Capítulo 8. Sistema de fotosensado

8.0 Diagrama general de bloques y análisis funcional	147
8.1 Generalidades de los sistemas de fotosensado	149
8.2 Selección del sistema de fotosensado	153
8.3 Diseño y fabricación del sistema de fotosensado	155
8.4 Montaje, conexión, pruebas y ajuste del sistema de fotosensado	159

Capítulo 9. Sistema de control de velocidad para motores DC

9.1 Diagrama general de bloques y análisis funcional	161
9.2 Métodos de regulación de velocidad para motores DC	163
9.3 Criterios de selección para motores eléctricos	167
9.4 Criterios de diseño para la selección del sistema de regulación de velocidad	168
9.5 Diseño electrónico de un regulador de velocidad para motores DC. Memoria de cálculo	169
9.6 Recomendaciones para el montaje mecánico de motores y conexiones eléctricas	178

Capítulo 10. Sistema de potencia neumática

10.1 Diagrama general de bloques y análisis funcional	180
10.2 Criterios de selección y montaje del sistema de alimentación neumática..	184
10.3 Recomendaciones para el montaje y conexionado del sistema neumático	190

Capítulo 11. Puesta en marcha, Operación y Mantenimiento de Máquinas Empacadoras de Líquidos.

11.1 Sincronización de los sistemas	192
11.2 Colocación del material de empaque	196
11.3 Selección e instalación de materiales adicionales para las mordazas de sellado	198
11.4 Descripción y regulación de controles de la interfase operador-máquina..	200
11.5 Puesta en marcha y operación	203
11.6 Mantenimiento general de los sistemas y guía de solución de problemas..	205
11.6.1 Mantenimiento	205
11.6.2 Guía de solución de problemas (reparación)	219

APENDICES

1. Control con PLC'S.....	223
2. Cuadro de procesos para la fabricación de piezas que componen a las MELS ..	230
3. Costeo general de una MEL.....	231
4. Flujograma de diseño general de una MEL	232

ANEXOS

Anexo 1. Materiales de empaque	238
Anexo 2. Esterilización por medio de luz ultravioleta	240
Anexo 3. Elementos utilizados en el sistema neumático de MELS.....	244
Anexo 4. Flujograma del proceso de diseño y fabricación del chasis de MEL y controlador electrónico de velocidad.....	264
Anexo 5. Planos constructivos de máquina Empacadora de Liquidos	267
Anexo 6. Dispositivos generales para la fabricación de MELS.....	290
Anexo 7. Listado de suministrantes de materiales para MELS	325
Bibliografía	326

INTRODUCCION

Desde que se inició la revolución industrial, hasta la fecha se busca la optimización de los recursos para el empaque de productos líquidos, ya que antes, el proceso de empaque de productos se hacía totalmente de forma manual, fué así como se comenzaron a desarrollar los primeros sistemas de empaque, los cuales eran semiautomáticos y en algunos casos eran automáticos, pero los mecanismos con que se empacaba eran poco eficientes y muy complicados.

Las primeras máquinas empacadoras funcionaban casi por completo de forma mecánica, a medida que las exigencias de la demanda, calidad y optimización de los recursos en las industrias fué creciendo, así también se le fueron dando importancia a las variables intrínsecas de las máquinas empacadoras (precisión, exactitud, velocidad, mantenimiento, versatilidad, etc.), por lo que fué necesario utilizar otros recursos tales como la electrónica, investigación de materiales, óptica y otras ciencias para la construcción de las mismas.

En la década de los cincuenta, la industria manufacturera de el país estaba muy poco desarrollada, en cuanto a la fabricación y empaque de materias primas o productos terminados, todo se hacía de forma artesanal. A medida que el país se fué creciendo demográficamente, la demanda de productos se incrementó, por lo que las necesidades de producción fueron mayores por lo que tenían que contratar mayor cantidad de personal,

para poder abastecer la creciente demanda de productos. Esto ocasionaba que los productos muchas veces no tenía la calidad que el consumidor esperaba, ya que, debido al manipuleo contenía objetos extraños al que se empacaba, se vencían antes del tiempo estipulado, quedaba mal empacado, etc.

En ese entonces la mayoría de productos empacados provenían del extranjero, porque el nivel tecnológico del país no le permitía construir máquinas empacadoras de productos en general para la industria nacional. Por lo que lógicamente, los productos empacados no estaban a disposición de los consumidores en general. Esta situación afectaba a las pequeñas empresas que se dedicaban a ofrecer productos de consumo popular, ya que no podían competir con las empresas que importaban productos empacados, incluso de inferior calidad de la que se obtenía a nivel nacional, pero que no se vendían como se esperaba por no tener una buena presentación del empaque y la razón más importante era, que no tenían la capacidad de suplir la creciente demanda de productos empacados.

La mayoría de empresas medianas y grandes que existen en el país, importan la maquinaria para empacar sus productos, lo que deja ver que hay una gran fuga de divisas hacia el extranjero, además de que la adquisición de maquinaria en el exterior tiene otras desventajas como: la tecnología que se utiliza en las máquinas de empaque es superior a la que actualmente se maneja en el país, por lo que da a lugar a una dependencia total del comprador con respecto al fabricante. En cuanto a instalación, reparaciones y

mantenimiento, también se tiende a crear dependencia por parte de los fabricantes, ya que se diseñan para que funcionen con partes o elementos que sólo los mismos fabricantes ofrecen, otra desventaja es que, debido al grado de complejidad de las máquinas se requiere de personal altamente capacitado para poder operar dicha maquinaria, lo que implica mayores costos de mano de obra y por consiguiente dependencia del empresario con el operador de la máquina y por último y quizá la más importante es que el costo de una MIEL comprada en el extranjero puede llegar a costar hasta diez o más veces que si se fabrica localmente.

Actualmente en el país existen muy pocas empresas dedicadas a la fabricación y comercialización de máquinas empacadoras de líquidos, de esas pocas, casi todas han sido fundadas por personas visionarias e investigadoras, pero que lamentablemente han adquirido sus conocimientos de forma empírica, sin restar con esto la calidad de las máquinas que fabrican, pero que lógicamente hace que muchas veces se pierda tiempo valioso resolviendo problemas que se derivan de principios de mecánica o de física, ya que en la mayoría de los casos, estas personas los resuelven por el método de prueba y error.

Al igual que las empresas que se dedican a la fabricación de maquinaria para empaque en el exterior, las empresas nacionales, prácticamente obligan sutilmente al comprador a contratar sus servicios de mantenimiento, fabricación de piezas o reparación de las máquinas, debido a que en la mayoría de los casos, no se hace entrega de un manual que contenga información detallada acerca partes o elementos de vital importancia para el

funcionamiento de las máquinas, aduciendo que son diseños propios y que se reservan el derecho de divulgarlos por que la competencia los puede utilizar para su beneficio.

El presente trabajo tiene como objetivo principal dar los lineamientos necesarios para ofrecer a la industria electromecánica, a los estudiantes de nivel técnico avanzado y universitarios, profesionales que se desenvuelvan en las áreas de fabricación, reparación y mantenimiento de Máquinas Empacadoras de Líquidos (MEL), una herramienta que sea capaz de resolver problemas prácticos que se presentan en las plantas de producción y en los talleres de fabricación de MELs en el país.

El trabajo se desarrollará en varias etapas, en las cuales se irán detallando paso a paso, cada uno de los sistemas que componen una MEL y la interrelación que existe entre cada uno de ellos. En la parte del diseño mecánico se mostraran cada una de las piezas que conforman la máquina que se tomará como modelo ya que existen variedades de sistemas en el mercado, en la parte del sistema eléctrico-electrónico de fuerza y control, se explicará el proceso de montaje de cada uno de los elementos que lo integran así como los criterios utilizados para su selección y dimensionamiento; al final se dedicará un capítulo para la puesta en marcha, plan de mantenimiento y guía de problemas y soluciones.

En los últimos años, el país ha estado entrando a una etapa de desarrollo tecnológico avanzado y con la nueva tendencia de globalizar las economías, se busca obtener una mayor productividad, calidad, maquinarias y productos que no dañen al medio.

ambiente, recurso humano capacitado y por supuesto precios al alcance de todos. Por lo que se debe abrir paso a la investigación tecnológica en general, no solamente copiar tecnología del extranjero sino que emularla, para poder llegar a ser competitivos dentro del mercado mundial.

La fabricación de MEL en el país, en su mayoría se basan en sistemas y mecanismos obsoletos, aunque no se debe menospreciar el esfuerzo de las empresas nacionales que fabrican máquinas un poco más sofisticadas. El recelo que existe en este tipo de empresas en cuanto al manejo de información es muy grande, debido a que han tomado como propia información obtenida en el extranjero o de maquinaria adquirida en el extranjero que se encuentra operando en el país.

Entre los beneficios que justifican la elaboración del presente trabajo se pueden enumerar:

- Proporcionará información específica que permita diseñar los mecanismos y sistemas que componen una máquina empacadora de líquidos y explotar los recursos tecnológicos con que cuenta el país, para su fabricación, consumo local y exportación.
- Servirá para elaborar planes de mantenimiento preventivo y como guía para reparaciones.
- Se ofrecerá como guía de consulta para estudiantes de las carreras de ingenierías: mecánica, eléctrica y electrónica.

- Aportará a las industrias los beneficios de: mayor eficiencia en sus procesos, por consiguiente mayor productividad, capacitación para el personal encargado de operar y reparar las máquinas.

El futuro en general de la fabricación de MEL en el país, puede llegar a ser muy prometedor, si se implementan las ideas anteriormente mencionadas y se tiende a globalizar, investigar, emular y compartir tecnología. De acuerdo a la experiencia personal obtenida en el campo de la fabricación de máquinas empacadoras de líquidos, se puede percibir la gran deficiencia que existe en cuanto a la divulgación de la información relacionada a la construcción, puesta en marcha, reparación y mantenimiento de las MEL, por lo tanto con la elaboración del manual se pretende dar los lineamientos que solucionen la problemática anteriormente detallada además de ser de gran aporte para las personas encargadas del mantenimiento en las plantas de producción y a los estudiantes de las carreras de ingeniería eléctrica y electrónica en las áreas de automatización, electrónica industrial e instrumentación industrial.

A OBJETIVOS.

A.1 OBJETIVO GENERAL

- Elaborar un manual de referencia para el diseño electromecánico, fabricación, puesta en marcha, reparación y mantenimiento de máquinas empacadoras de líquidos para la industria nacional, adecuándolo a las necesidades de nuestro país y utilizando nuestros recursos tecnológicos, el cual estará dirigido a las personas naturales o jurídicas que se dedican al diseño, fabricación, reparación y mantenimiento de máquinas empacadoras de líquidos, ingenieros de planta, jefes de mantenimiento, estudiantes a nivel de tecnológico y universitarios de las carreras de ingeniería eléctrica, electrónica y mecánica.

A.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Dar los criterios necesarios para el diseño, fabricación, montaje, reparación y mantenimiento de MELs en las industrias nacionales.
- Analizar y describir de forma clara y específica los principios de funcionamiento de cada uno de los sistemas que componen a las MEL.
- Recopilar la información necesaria ya sea localmente así como solicitarla al exterior para elaborar el manual de referencia.

- Desarrollar el proceso de construcción y montaje de los sistemas eléctrico y electrónico y de cada uno de los sistemas y subsistemas que componen una máquina empacadora de líquidos
- Implementar dentro del manual una guía de consulta rápida para los diferentes sistemas que componen la máquinas así como una tabla de señales de error y sus posibles soluciones.

A.3. ALCANCES Y LIMITACIONES

A.3.1. Alcance

El alcance principal del proyecto es mostrar paso a paso de forma teórico-práctica, el proceso de diseño electromecánico, construcción, puesta en marcha, reparación y mantenimiento de una MEL automática para flúidos de densidad similar al agua, orientada a la industria nacional que comercializa productos empacados y/o personas naturales o jurídicas que se dediquen a la fabricación de maquinaria relacionada con el empaque de materias o productos líquidos.

A.3.2. Limitaciones:

Las mayores limitantes que se presentan para la elaboración del presente trabajo y las que no se tomarán en cuenta para poder enmarcar la elaboración del mismo son:

- Hermeticidad por parte de las empresas que fabrican MEL y por parte de las empresas que las poseen para evitar la piratería, en otras palabras, fuga de ideas hacia la competencia.
- Por razones de limitaciones económicas, la construcción mecánica de la máquina que se diseñará, se hará de forma teórica, debido al costo elevado que implicaría invertir para su realización (\$ 10,000.00 para la versión más sencilla).
- La máquina que se diseñará esta basada en las teorías de control secuencial y se implementará con un sistema electromecánico por medio de un tablero de control. Para futuros graduandos se sugiere la implementación de un sistema de control con controladores lógicos programables (PLC'S), pero que debido a su elevado costo no se tomará en cuenta para su implementación completa para el diseño que se ha proyectado en el presente trabajo. Por otro lado, se tomó la decisión de optar por la opción de control manual por medio de tablero de control, por que es el sistema de mejor grado de comprensión, tanto para los operadores, como para las personas involucradas en el mantenimiento y reparación de las máquinas empacadoras de

líquidos. Sin embargo, se plantearán conceptos elementales sobre la implementación de controles para máquina empacadoras de líquidos por medio de PLC's.

A.4. DEFINICION DE TERMINOS

La definición de algunos términos está basada en las sugeridas por la SAMA (Scientific Apparatus Markers Association), con la idea fundamental en que todos los procesos realizados en las mediciones de diferente naturaleza sean manejadas con un lenguaje standar a nivel mundial, pero la mayoría han sido determinados de acuerdo a conocimientos adquiridos en el campo de fabricación de MEL.

A continuación se presenta un listado de la mayoría de los términos que se utilizaran en la elaboración del manual de referencia:

- **Error:** Es la diferencia algebraíca entre el valor leído o transmitido por un instrumento y el valor real de la variable medida.
- **Precisión (Accuracy):** La precisión es la tolerancia de medida o transmisión de un instrumento y define los límites de los errores cometidos cuando el instrumento se emplea en condiciones normales.

- **Zona Muerta (Dead Band):** Es el campo de valores de la variable, que no hace variar la indicación o la señal de salida del instrumento, es decir, que no produce su respuesta.
- **Sensibilidad (Sensitivity):** Es la zona entre el crecimiento de la lectura y el incremento de la variable que la ocasiona, después de haberse alcanzado el estado de reposo.
- **Sistema de halado y formado del material de empaque:** Conjunto de piezas mecánicas y eléctricas que se encargan de transportar de forma alineada y de dar forma al material de empaque en general.
- **Sistema de frenado eléctrico y mecánico:** Elementos electromecánicos que permiten que el material de empaque no se dañe o de desembobine de forma desordenada.
- **Sistema de dosificación:** Conjunto de piezas electromecánicas e hidráulicas que permiten el control de flujo de la materia o producto que se desea empaquetar.
- **Sistema de sellado:** Conjunto de elementos eléctricos, electrónicos y mecánicos que permiten que se forme un contenedor hermético.
- **Sistema de enfriamiento:** Es el encargado de realizar la transferencia de calor generado en el sistema de sellado para evitar problemas de sellado y riesgos de accidentes en los operadores.
- **Sistema de alimentación y control eléctrico:** Conjunto de elementos encargados de llevar energía a todos los sistemas que involucren alimentación de energía eléctrica, en el momento que estén programados.

- **Ciclo de máquina:** Intervalo de tiempo en el cual la máquina empacadora de líquidos realiza el proceso que le permite producir una unidad de producto empacado.

- **Sistema de fotosensado:** Sistema formado por un cabezal fotoeléctrico y una tarjeta electrónica que se encarga de mandar señales eléctricas al sistema de halado y formado del material de empaque para interrumpir su operación en el momento que se detecte un registro.
- **Registro:** Marca impresa que tienen algunos materiales de empaque para poder empacar productos que requieran que su presentación sea centrada y ordenada.
- **Sistema de control de velocidad DC:** El que permite regular la velocidad de motores que funcionen con corriente directa.
- **Sistema de sincronismo:** Formando por mecanismos y sistema eléctrico que permite hacer que todas las funciones de la máquina se realicen de una forma secuencial programada.
- **Sistema neumático:** El que suministra aire a determinada presión, a los elementos actuadores que utilizan aire comprimido
- **Material de empaque:** Lámina de polietileno de alta o baja densidad con espesores que varían desde 0.0025 hasta 0.006", utilizado para confinar herméticamente un determinado producto.
- **Viscosidad:** Expresa la facilidad que tiene un fluido para fluir cuando se le aplica una fuerza externa, es una medida de su resistencia al deslizamiento. Ej.: La melaza es un fluido muy viscoso en comparación con el agua. Sus unidades en el sistema internacional es Pascal-segundo (Pa s) ó también Newton segundo por metro cuadrado (N s/m²), en el sistema CGS se utiliza el centipoise (cP).

CAPITULO 1.

MAQUINA EMPACADORA DE PRODUCTOS LIQUIDOS, DEFINICIÓN, DIAGRAMA FUNCIONAL DE BLOQUES Y ANALISIS

1.1. Definición de Mel:

Una máquina empacadora automática de productos líquidos es un conjunto de sistemas capaces de: alimentarse de material de empaque y producto a empacar, darle forma al material de empaque, depositar dentro del mismo la cantidad deseada de producto y sellar o confinarlo herméticamente, todo esto de forma automática, a través de un proceso eléctrico, electrónico y mecánico sincronizado, previos ajustes, condiciones y pruebas realizadas por el operador encargado de dicha máquina.

1.2. Generalidades de las MELs:

Para poder realizar las operaciones anteriormente detalladas, las máquinas empacadoras de líquidos deben contar con mecanismos, elementos de control y fuerza, los cuales se dividirán en sistemas y subsistemas para una mejor comprensión del funcionamiento en conjunto en el ciclo de trabajo de una máquina empacadora. Para poder

diseñar la máquina empacadora de productos líquidos, es necesario definir algunas variables relacionadas al producto que se desea ofrecer al consumidor como lo son:

- El tamaño o volumen de la presentación que se desea fabricar. Esto es determinante antes de construir la máquina ya que de acuerdo al tamaño de la presentación así se debe dimensionar el sistema de halado y formado del material de empaque, el sistema de sellado vertical y el sistema de dosificación como se detallará completamente en los capítulos dedicados a dichos sistemas.
- El tipo de producto líquido que se desea empacar y las propiedades físicas del mismo (viscosidad, temperatura, grado de corrosión, etc.), ya que de acuerdo a esto se define el tipo de material de empaque que se deberá utilizar y el sistema de dosificación más apropiado para la máquina. Además de las variables anteriormente mencionadas, las máquinas empacadoras de líquidos necesitan ciertas condiciones para su correcto funcionamiento, a continuación se mencionan las más importantes:
- El voltaje de operación de las MELs es normalmente de 220 Voltios, monofásico, con una capacidad mínima de 12 Amperios, esta condición será detallada en el capítulo de alimentación, control y protección eléctrico, aunque puede variar de acuerdo a las condiciones de diseño de la máquina y los niveles de voltaje de donde esté operando.
- La máquina necesita de un sistema externo de suministro de aire a presión, el aire debe ser de calidad, lo que implica que debe ser suministrado con el mínimo de humedad posible esto se logra colocando un filtro secador dimensionado de acuerdo al consumo de aire y de un lubricador automático que permite que el sistema y los

actuadores o pistones funcionen de forma adecuada, evitando los paros por mantenimiento y reparaciones.

- El sistema de alimentación de producto a empacar es muy importante ya que del mismo también depende el volumen y/o peso del producto que se desea empacar, existen varias formas o sistemas de alimentación de producto y se mencionan los más conocidos a continuación:
 - ✓ El sistema más económico y fácil de utilizar es el de alimentación por gravedad, el cual consiste en un tanque acumulador o reservorio, arriba del nivel del sistema de dosificación, la altura sobre el mismo determinará la presión a la que será inyectado el producto, haciendo la observación de que dicho tanque debe poseer un sistema de nivel constante ya sea con un flotador o con un sistema detector de niveles, para obtener volúmenes de producto constantes.
 - ✓ Otro sistema y quizá el más utilizado es el sistema hidroneumático de alimentación el cual consiste en una bomba, un acumulador de líquido al rango de presión a la que ha sido ajustado el control de presión o presostato de la bomba y una válvula reguladora de presión, la cual permite que la presión a la que se inyecta el producto sea constante por lo que se puede controlar de forma precisa el volumen de producto a empacar. Este sistema por consiguiente no necesita ser ubicado sobre un nivel superior de la máquina.

Por otro lado, el material de empaque recomendado para productos líquidos es por excelencia el polietileno, aunque para productos alimenticios se están utilizando actualmente combinaciones de polietileno con aluminio laminado, solo que para este tipo de material de empaque el sistema de sellado es diferente al utilizado para sellar películas de polietileno, ésta diferencia será explicada detalladamente en el capítulo correspondiente al sistema de sellado.

1.3. CLASIFICACION DE LAS MAQUINAS EMPACADORAS DE LIQUIDOS

La clasificación se hace de acuerdo al tipo de producto que se desea empaquetar, ya que de esto depende el diseño intrínseco de los sistemas relacionados al proceso de empaque, así se obtienen las siguientes clasificaciones:

- Máquinas empaquetadoras de productos líquidos no viscosos, es decir, (para el caso particular que se estudiará) con viscosidades similares al agua (1.002 centipoise, a 20 grados centígrados), se pueden clasificar de acuerdo al sistema que se utilizará para dosificar el producto que se desea empaquetar así:
 - ✓ Máquinas empaquetadoras de líquidos con sistema de válvula solenoide, cuerpo de material no metálico (Nylon, Teflón, plásticos, etc., utilizadas para fluidos no viscosos tales como productos alimenticios (refrescos, jugos, agua, gelatinas líquidas, etc.), productos corrosivos tales como el hipoclorito

de sodio, productos ácidos, desinfectantes, insecticidas, etc., la máquina que se presenta como modelo de este trabajo pertenece a esta clasificación, ver FIGURA 1A.

- ✓ Máquinas empacadoras de líquidos con sistema de pistón dosificador, utilizada cuando los productos que se desean empaquetar son de gran viscosidad, tales como: Aceites, gelatinas, manteca, margarina, salsas, mostaza, cremas, champoo, etc., el sistema puede funcionar básicamente de dos maneras: la primera consiste en un pistón dosificador el cual es activado por aire a presión, éste es el sistema más utilizado (depende del diseño del fabricante), el segundo sistema es activado por medio de una pieza excéntrica la que le permite al pistón el movimiento de vaivén la cual está sincronizada con todos los sistemas de la máquina por medio de un eje que proviene del motor principal.

De acuerdo al sistema de sellado se obtienen los siguientes tipos:

- Máquinas empacadoras de líquidos con sistema de sellado por impulso. Este tipo de máquinas se utiliza generalmente cuando el material de empaque es polietileno de alta o baja densidad, de espesores normalizados (entre 0.0025" y 0.006"), el principio de funcionamiento se basa en enviar un impulso eléctrico (la duración del mismo está determinado por el tiempo que se le programe a la leva correspondiente).

a cada sello, ya sea el horizontal o el vertical), a una resistencia fabricada de níquel-cromo, de 1/8" de ancho por 0.25 mm de espesor, dicho impulso eléctrico es controlado por medio de una tarjeta electrónica, la cual posee un control externo (resistencia variable o reóstato en el panel de control del operador de la máquina, el cual aparece como control de temperatura del sistema de sellado). La máquina que se utilizará como modelo del presente estudio se encuentra dentro de ésta clasificación, ver FIGURA 1A.

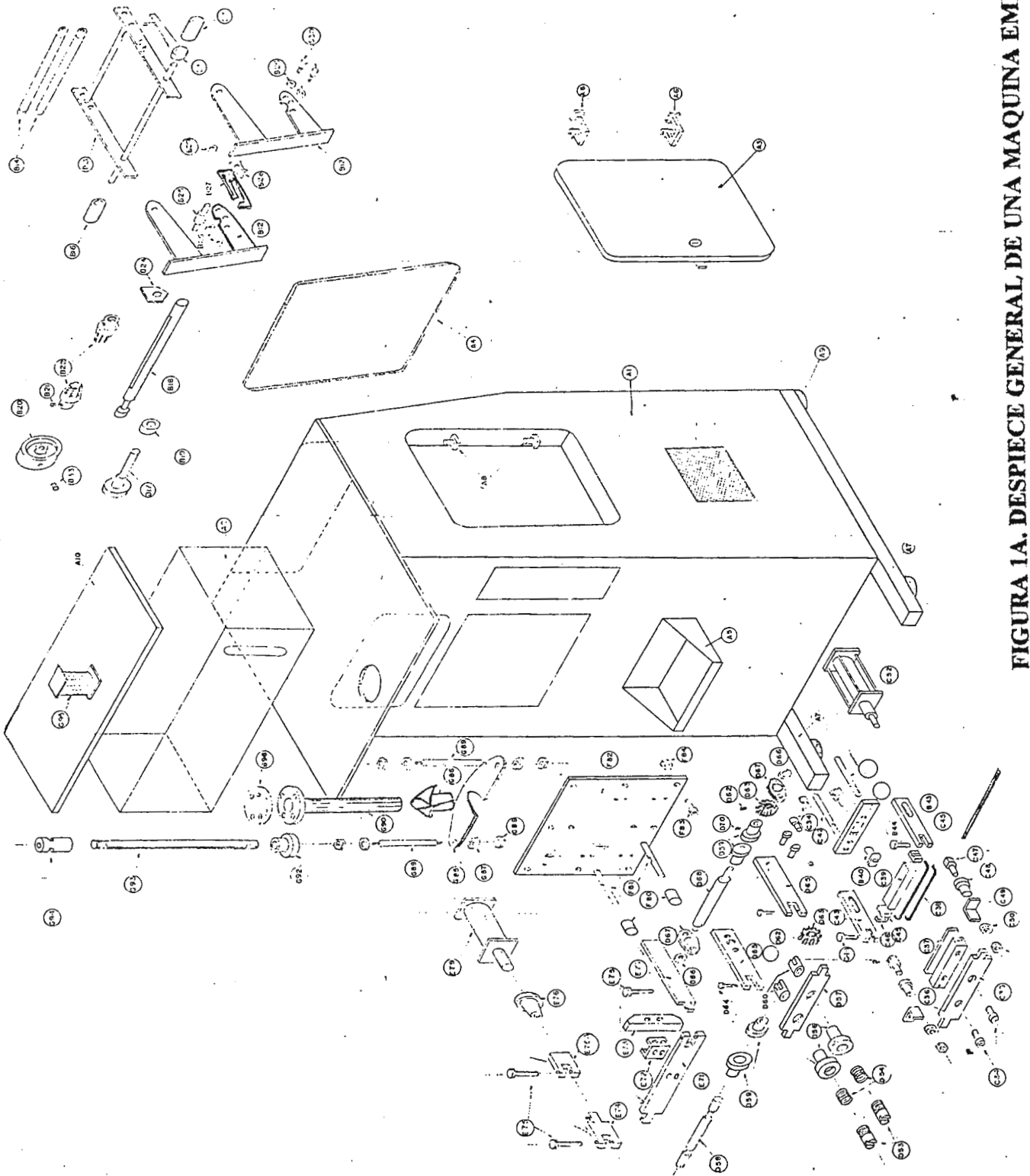
- Máquinas empacadoras de líquidos con sistema de mordaza permanentemente caliente, este tipo de sistema de sellado y corte es utilizado cuando el material de empaque es de mayor espesor que los especificados para la clasificación anterior, para el caso de polietileno de baja densidad. Aunque no es recomendable cuando el material de empaque es de la familia de los polietilenos, ya que el período de tiempo que tarda el sistema en estabilizar la temperatura de las mordazas es mucho mayor que el que si se utilizara el sistema de sellado por impulso. Este sistema es ideal si el material de empaque es del tipo poly-pouch o combinaciones de polietileno con aluminio laminado, éstas combinaciones permiten que las variaciones de temperatura de las mordazas sean mayor sin arriesgar la calidad del sellado ni la presentación del producto, ya que también las mordazas para el sellado con mordazas permanentemente caliente, no son de caras planas como en el sistema de sellado por impulso, sino que posee un fresado, para una mejor penetración en el material de empaque.

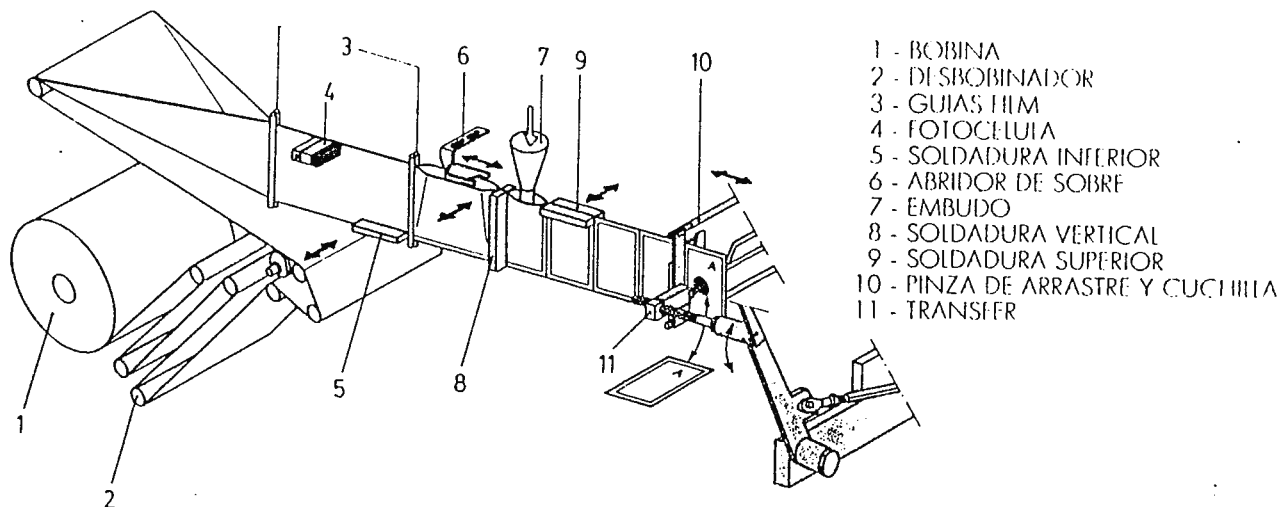
Dependiendo del sistema de halado del material de empaque se clasifican en:

- Máquinas empacadoras de líquidos con sistema de halado con rodillos, el cual consiste en dos pares de rodillos haladores colocados un par frente al otro haciendo contacto por medio de un forro de goma o por medio de empaques (O rings) que impiden que entren en contacto directo las piezas de metal. Entre dichos rodillos pasa el material de empaque y es así como el efecto de tracción de los rodillos realiza la función de halado. Cabe mencionar que la máquina que se tomará como modelo para el presente trabajo, entra en ésta clasificación. ver FIGURA 1A.
- El otro tipo de sistema de halado es el llamado de carro de mordazas, el cual consiste en un juego de mordazas montadas sobre una estructura, la cual tiene un movimiento de sube y baja por medio de un eje acoplado a una pieza excéntrica, lo que permite realizar el halado del material de empaque, el cual debe por supuesto tener buena resistencia a la tracción mecánica.

Existe otra clasificación importante de acuerdo al diseño de la máquina y se define como el de las máquinas empacadoras horizontales y verticales, básicamente se trata de la forma de como el material de empaque es transportado a través de la máquina empacadora, aunque las limitaciones de tamaño de producto a empacar para las empacadoras horizontales son mucho menores que las de las máquinas empacadoras verticales, ver FIGURA 1B.

FIGURA 1A. DESPIECE GENERAL DE UNA MAQUINA EMPACADORA DE LIQUIDOS





SISTEMA DE EMPAQUE HORIZONTAL

UNIVERSIDAD DON BOSCO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE ING. ELECTRICA

CONTENIDO: FIGURA 1B. SISTEMA DE EMPAQUE
 HORIZONTAL (TOMADO DE MANUAL DE MAQUINAS
 EMPACADORAS MARCA VOLPAK)

PRESENTA: Juan N. Sánchez Soriano

ESCALA: SIN ESCALA

FECHA: AGO/1997

HOJA No.

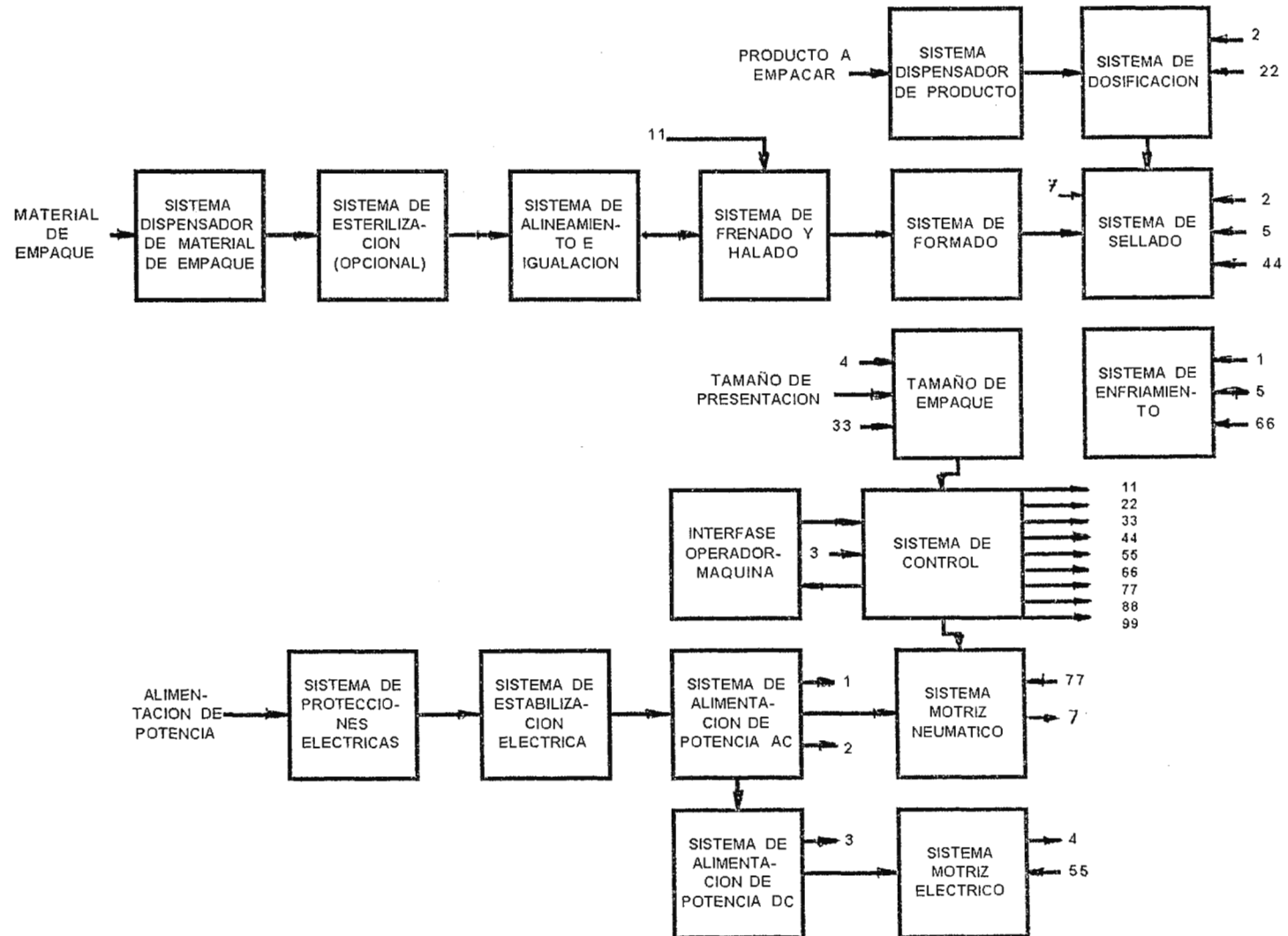
1.4 DESCRIPCION GENERAL DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS MAQUINAS EMPACADORAS DE LIQUIDOS

Para obtener al final del proceso un producto adecuadamente empacado, se debe considerar inicialmente desde el punto de vista descriptivo del proceso de empaque, las diversas etapas en que se desarrolla, desde las entradas, hasta la salida del mismo.

Como entradas del sistema se consideran: el suministro de material de empaque y el producto a empaque. Con respecto al suministro de material de empaque, se describirá el proceso haciendo uso del diagrama de bloques que se muestra en la FIGURA 1C, siguiendo el flujo normal tanto del material de empaque, como del producto a empaque, así como el del flujo de potencia y el flujo de señales de control necesarias para el funcionamiento sincronizado de la máquina.

Considerando en primer lugar el flujo de material de empaque, éste debe suministrarse a la máquina bobinadas en forma de carrete (Los materiales más utilizados para empaque de productos líquidos se encuentran detallados en el ANEXO 1). El material de empaque se coloca en un sistema que se identifica en el diagrama de bloques como dispensador. Dicho sistema se compone de los mecanismos de: Soporte del carrete y frenado del carrete, Ver Planos de diseño mecánico, hojas: 1, 3, 4, 5, 6, 7 y 8), seguidamente el material de empaque en su desplazamiento pasa por la etapa identificada como: Esterilización del material de empaque, éste bloque está básicamente constituido por

FIGURA 1C. DIAGRAMA FUNCIONAL GENERAL DE BLOQUES PARA MAQUINAS EMPACADORAS DE LIQUIDOS



una cámara semi hermética en la cual el material de empaque es sometido a la acción de radiación ultravioleta con fines de esterilización (ANEXO 2).

Una vez esterilizado el material de empaque, es sometido a un proceso de alineación e igualación de tensión, debido a que el proceso de halado del material de empaque es un proceso no continuo, tiende a provocar estiramiento (condición nunca deseada en el material de empaque) y desalineación del mismo, para evitar lo anterior es que somete a igualación de tensión y alineación al material de empaque, esto se logra por medio de rodillos, la etapa de igualación de tensión es la primera que se lleva a cabo, puede ser realizada de varias maneras dependiendo del sistema de frenado de la bobina de material de empaque, pero básicamente se realiza a través de rodillo(s) flotantes que absorben la tensión del material de empaque en el momento del proceso que los rodillos haladores estén activados. Luego pasa a un proceso de alineamiento el cual tiene la función de no permitir que el material de empaque se desvíe de la ruta preestablecida por el sistema de formado del material de empaque, esto se lleva a cabo por medio de un juego de rodillos (la cantidad de rodillos dependerá de la longitud del trayecto por la que deba pasar el material de empaque).

El siguiente bloque funcional de la máquina lo constituye el sistema de halado y frenado, éste sistema es realmente el responsable de generar el transporte y flujo del material de empaque a través de la máquina durante el proceso. Su operación es cíclica y en cada ciclo se empaca una unidad del producto, con la consiguiente utilización de un

módulo de material de empaque y un módulo de dosificación del producto a empaquetar. Su funcionamiento básicamente consiste en hilar una longitud determinada de material de empaque, dicha longitud está determinada por los parámetros:

- a) Longitud máxima de hilado por ciclo de máquina
- b) Limitación de la longitud de hilado por registro de tamaño y centrado de la presentación.

La longitud de hilado por ciclo de máquina está definido por la velocidad de los elementos de hilado (en máquinas equipadas con sistema de hilado con rodillos) o por la elongación cíclica de otros mecanismos (carro de mordazas).

La limitación de longitud de hilado por medio de registro de tamaño, se ejecuta mediante un sistema de fotosensado controlado por una marca impresa en el material de empaque, a su vez este sistema de fotosensado controla el paro del funcionamiento del sistema de hilado ya sea por rodillos o por carro de mordazas.

En todos los instantes que se requiera detener el proceso de hilado, entra en acción un sistema de frenado, para eliminar los efectos de inercia de las partes mecánicas y garantizar que se detenga el flujo del material de empaque en punto preciso que se deban realizar las operaciones de sellado. Como puede deducirse, ésto exige la ejecución de un conjunto de operaciones previamente establecidas y las cuales tienen que ejecutarse en perfecto sincronismo para obtener un proceso coherente. Para el caso del sistema de hilado

y frenado en cada ciclo de máquina, el sistema de halado recibe una orden de arranque y paro, las cuales provienen de un sistema de control cuya descripción se hará posteriormente.

Adicionalmente, hay otros subsistemas o bloques que operan en sincronismo con el sistema de halado, por ejemplo: el sistema de dosificación y el sistema de sellado.

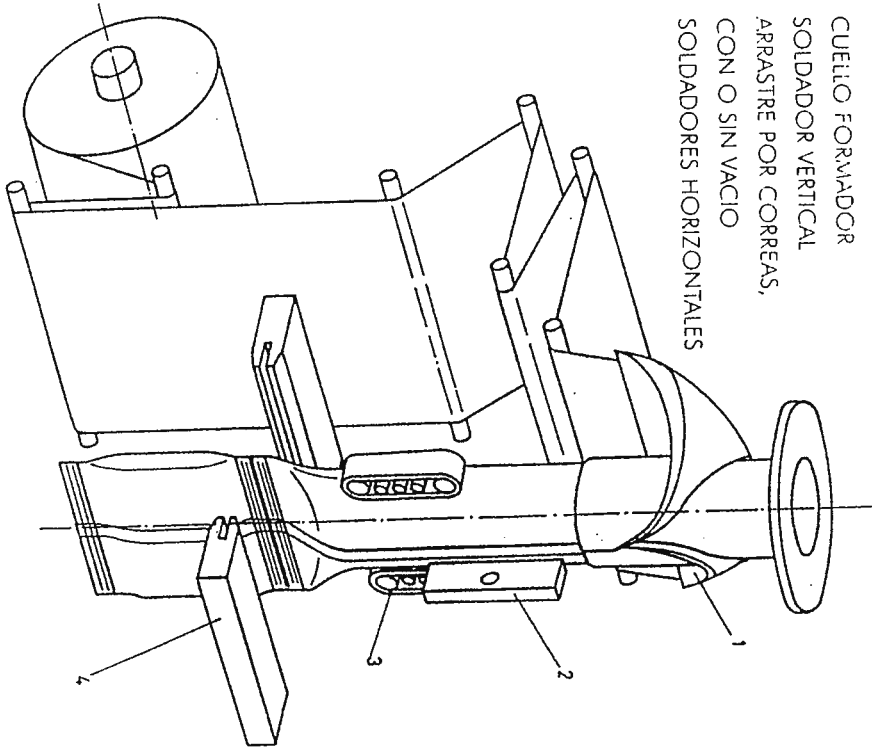
Al fluir el material de empaque al siguiente bloque funcional, que es el sistema de formado, debe cumplir con las condiciones siguientes: Alineamiento, tensión y velocidad adecuada.

La función de formado consiste en convertir el material de empaque que viene en forma de lámina plana, a forma de cilindro circular recto, con un margen o traslape en sus extremos, para así cumplir con los requisitos de la siguiente etapa la cual es la sellado vertical. Los elementos encargados de dar la forma descrita al material de empaque, son: el cuello y tubo formador. El cuello consiste en un cilindro circular recto, con una solapa soldada a su alrededor, se fabrica generalmente de lámina de acero inoxidable y en el proceso de fabricación de mismo se le debe dar un alto grado de pulimento, para evitar que existan roces con el material de empaque. Al igual que el cuello formador, el tubo formador es un cilindro de acero inoxidable en cual tiene tres funciones principales: Se encarga junto con el cuello formador de dar forma cilíndrica al material de empaque, el cual pasa entre la pared interior del cuello formador y la pared exterior del tubo formador, además de servir como protección al tubo de dosificación (el cual lo atraviesa internamente hasta llegar a una altura adecuada donde descargar la dosis), y por último sirve como elemento auxiliar del sistema de sellado vertical, ya que sobre él hace presión la mordaza vertical para

realizar la operación de sellado del cilindro circular recto previamente formado, ver Plano de diseño mecánico, ANEXO 5, Pag. 265: 12 y 16 y FIGURAS 1A y 1D.

Por último se pasa al bloque funcional donde convergen el material de empaque y el producto a empacar y éste es el sistema de sellado. La función de este bloque consiste en confinar herméticamente el producto dentro de un ambiente esterilizado, esto se consigue por medio de la fundición y fusión del material de empaque, para lograr obtener una buena fundición y fusión del material de empaque se deben cumplir con cuatro condiciones controlables: la temperatura a la que se ajusta el sistema de sellado, la presión del sistema motriz neumático, el intervalo de tiempo de la operación de sellado, el ajuste de las piezas mecánicas. En la operación de sellado vertical, la fusión del material de empaque se lleva a cabo en el lugar donde se forma el traslape, por medio una mordaza la cual consiste básicamente en una pieza metálica rectificada (especialmente la cara frontal o la que hace contacto con el material de empaque), sobre la cual se coloca material aislante para alta temperatura, después una resistencia de nickel-cromo de 0.5 mm de espesor, cubriéndose por último con material aislante para alta temperatura (cinta teflón), ver CAPITULO 5, FIGURAS 5.2C y 5.2D. El sellado se realiza cuando el sistema de mordazas es activado por el sistema de control, cuando este último manda una señal al sistema motriz neumático el cual activa los elementos actuadores (pistones), los cuales se encargan de mover al sistema de mordazas, que se encargan por último de sellar de forma hermética el material de empaque, ver FIGURA 1D. El proceso de corte es muy similar al proceso de sellado vertical, éste dependerá del tipo de material de empaque que se esté utilizando, pero

- 1 CUELLO FORMADOR
- 2 SOLDADOR VERTICAL
- 3 ARRASTRE POR CORREAS,
CON O SIN VACIO
- 4 SOLDADORES HORIZONTALES



UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE ING. ELECTRICA

CONTENIDO: FIGURA 1D. SISTEMA DISPENSADOR, DE
HALADO, FORMADO Y SELLADO DEL MATERIAL DE
EMPAQUE DE MAQUINA EMPACADORA

PRESENTA: Juan N. Sánchez Soriano

ESCALA: SIN ESCALA

FECHA: AGO/1997

HOJA No.

cuando se utiliza polietileno, la misma resistencia de sellado horizontal se encarga de realizar el corte (el elemento calefactor tanto del sello vertical como el del horizontal funcionan sincronizados por medio del sistema de control y el intervalo de tiempo de su operación depende del tiempo de operación ajustado para el sistema motriz neumático; se debe cumplir que: el tiempo de operación de los elementos calefactores debe ser tal que: se activen sólo si las mordazas ya hayan hecho contacto con el material de empaque y se desactiven antes que termine el ciclo de operación de las mordazas).

En sincronismo con el sistema de sellado funciona el sistema de dosificación, para describir éste bloque se utilizará la descripción del funcionamiento genérico de la máquina en función del flujo de producto a empacar desde su entrada a la máquina.

El producto a empacar se suministra a la máquina básicamente de dos formas:

- A través de un reservorio arriba del nivel de la máquina empacadora conocido más bien por sistema de alimentación gravitacional, en el cual la presión de entrada del producto a empacar a la máquina dependerá de la altura del nivel del mismo, el cual se puede controlar dentro de ciertos límites por medio de sistemas de control de nivel
- Por medio de un sistema hidroneumático el cual consiste en una bomba, un acumulador hidráulico y una válvula reguladora de presión, lo cual permite obtener a la entrada de la máquina presiones controladas de producto, el cual es el más comúnmente utilizado ya que es mucho más versátil que el gravitacional.

Para garantizar una dosificación precisa del producto a empacar, se requiere de un bloque funcional identificado como sistema dispensador. Su principio de funcionamiento consiste en suministrar bajo condiciones estables de una variable perfectamente controlable por el sistema dispensador, para garantizar la presión de dosificación, ésta variable puede ser por ejemplo: presión o presión sumada a otras variables como presión y viscosidad para productos líquidos viscosos. La función de este bloque consiste básicamente en suministrar el producto a presión constante o presión más viscosidad constante, etc., al sistema dosificador.

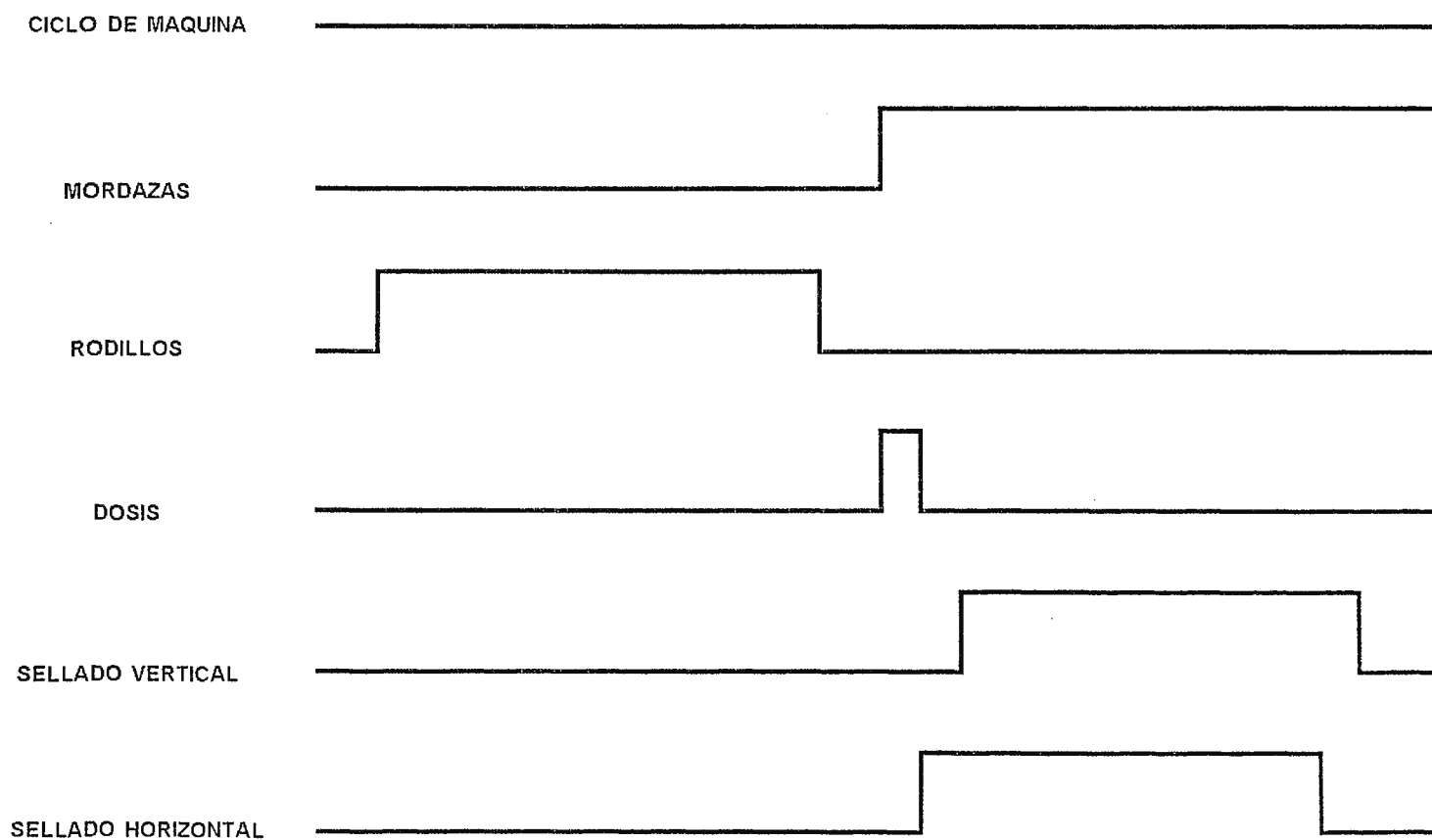
Los elementos que ejecutan esta función consisten en: válvula dosificadora y tubo dosificador, la válvula dosificadora puede ser: una electroválvula, un pistón u otro mecanismo que permita o no el paso de producto a empacar “control todo o nada”; el tubo dosificador es el medio por el cual se hace llegar hasta el punto de empaque el producto a empacar. Es un tubo fabricado de materiales seleccionados de acuerdo al producto a empacar, por ejemplo: acero inoxidable para productos no corrosivos y nylon, teflón o PVC para productos altamente corrosivos. Dicho tubo dosificador, como se menciono anteriormente pasa a través del tubo formador y llega hasta un punto muy cercano del borde inferior del cilindro de material de empaque previamente sellado de forma vertical, para evitar que se produzcan burbujas al momento de la dosificación.

El sistema de dosificación controla en base a una constante de tiempo el flujo del producto hacia el sistema de sellado. La dosificación se realiza de una forma sincronizada en intervalos de tiempo determinados por cada ciclo de máquina como se muestra en la FIGURA 1E.

El proceso descrito considera las operaciones o instantes en que ingresan a la máquina el material de empaque y el producto a empacar, hasta el instante en que se obtiene a la salida de la máquina unidades de producto terminado adecuadamente empacados. Sin embargo, aún no está agotado el tema del funcionamiento de una máquina empacadora de productos líquidos, porque en el proceso antes descrito intervienen otros bloque funcionales y otros procesos de operación de la máquina empacadora de líquidos, entre ellos, uno de los más importantes es el bloque funcional denominado “Sistema de control” y procesos funcionales involucrados.

El sistema de control funciona mediante un programa fijo preestablecido durante el diseño de la máquina y se encuentra almacenado en una memoria del tipo mecánico. Este programa controla la secuencia de los intervalos de tiempo en que opera cada uno de los bloques funcionales que reciben órdenes del sistema de control en cada ciclo de máquina, dichos bloques son los que deben funcionar en perfecto sincronismo para el correcto funcionamiento de la máquina, los cuales son: Sistema de halado y frenado del material de empaque, Sistema de dosificación, Sistema motriz neumático, Sistema motriz eléctrico.

FIGURA 1E. DIAGRAMA DE TIEMPOS DEL SISTEMA DE CONTROL DE LAS
MAQUINAS EMPACADORAS DE LIQUIDOS

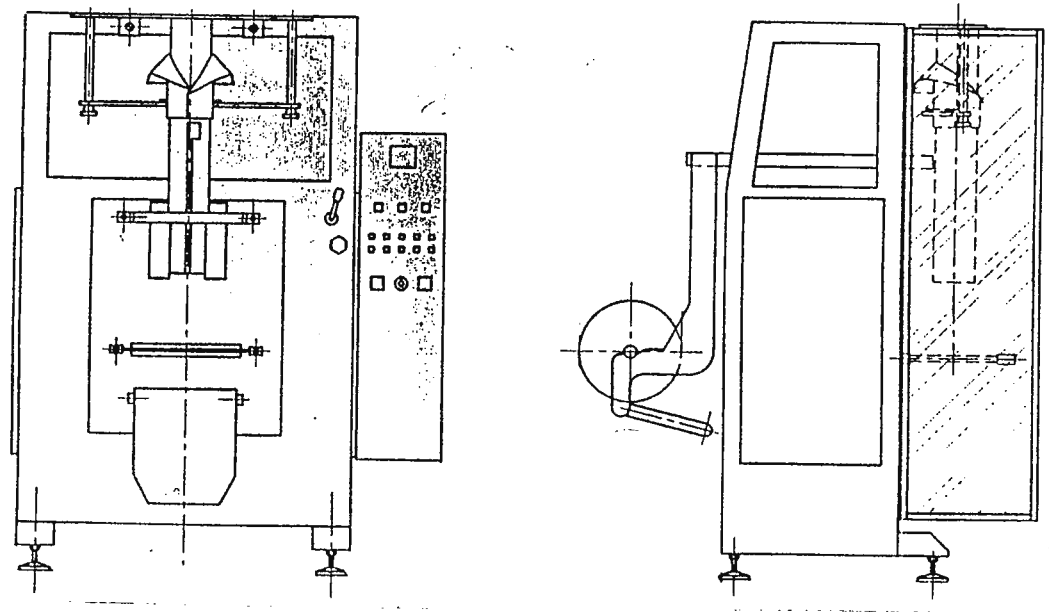


En la FIGURA 1E, se muestra el diagrama secuencial de tiempos para la operación de éstos bloques. Adicionalmente el sistema de control gobierna otros parámetros de la

- máquina:
- a) Rendimiento del sistema de enfriamiento
 - b) Rendimiento del sistema de calefacción.
 - c) Velocidad del ciclo de máquina
 - d) Sensibilidad del sistema de fotosensado
 - e) Temporización del sistema de dosificación

Para que el operador pueda comunicarse con la máquina, existe un bloque funcional muy importante identificado como la interfase operador-máquina, cuya función es establecer un elabón que permita el flujo de instrucciones y órdenes emanadas del operador y recíprocamente presentar al operador la indicación de variables, condiciones de operación, alarmas, etc., que son necesarias para que el operador pueda intervenir sobre el estado de operación de la máquina, FIGURAS 1F y 1G).

El sistema de enfriamiento es un bloque funcional que aunque trabaja independientemente del diagrama de secuencia de intervalos de tiempo, por lo que no depende de los sistemas de automatización pero sí tiene una incidencia crítica sobre las operaciones del sistema de sellado ya que tiene como función realizar una transferencia de calor proveniente de los elementos calefactores, que de no existir una forma de absorber el calor generado en la operación de sellado, las partes mecánicas en las que están montados los elementos calefactores tenderían a elevar su temperatura, hasta llegar al punto de



UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE ING. ELECTRICA

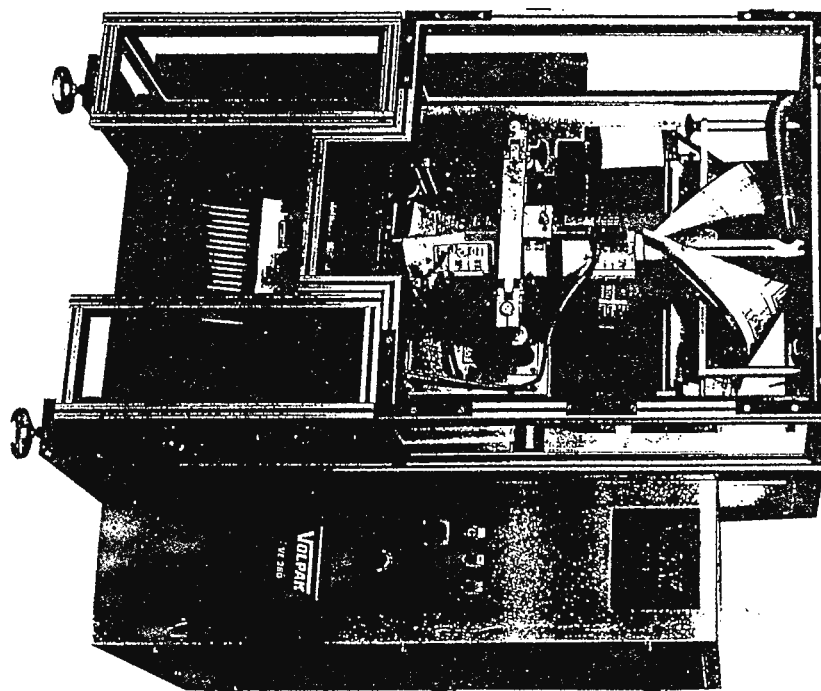
CONTENIDO: FIGURA 1F. DETALLES CONSTRUCTIVOS
DE MAQUINA EMPACADORA MARCA VOLPAK

PRESENTA: Juan N. Sánchez Soriano

ESCALA: SIN ESCALA

FECHA: AGO/1997

HOJA No.



UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE ING. ELECTRICA

CONTENIDO: FIGURA 1G. MAQUINA EMPACADORA
MARCA VOLPAK

PRESENTA: Juan N. Sánchez Soriano

ESCALA: SIN ESCALA

FECHA: AGO/1997

HOJA No.

provocar que el proceso de empaque fracase por completo, además de significar un peligro inminente para el operador. La transferencia de calor en las mordazas de sellado la realiza un fluido refrigerante (generalmente agua), el cual circula constantemente en las mordazas a través de cavidades previamente maquinadas y un sistema de tuberías ya sea metálicas o plásticas, dicho fluido refrigerante es impulsado por medio de una bomba hidráulica, (preferentemente del tipo sumergible, ver capítulo 6, FIGURA 6.2A) de pequeña capacidad desde un reservorio hacia todo el sistema con una línea de retorno, en dicho reservorio se lleva a cabo una segunda transferencia de calor por medio del sistema evaporador de una unidad de enfriamiento (ver capítulo 6, FIGURA 6.2B) , la cual se dimensiona de acuerdo a la potencia que consumen los elementos calefactores y a la velocidad de proceso de la máquina. Una tercera transferencia de calor se lleva a cabo en el condensador de la unidad de enfriamiento y es allí realmente donde se desaloja hacia el medio ambiente la temperatura generada por los elementos calefactores, tal como se observa en el sistema sencillo de refrigeración de la FIGURA 6.2C (Capítulo 6).

Por último para hacer posible el funcionamiento de la máquina empacadora de productos líquidos, se requiere de otros sistemas:

- a) Sistema motriz neumático (Capítulo 9)
- b) Sistema motriz eléctrico
- c) Sistema de alimentación de Energía Eléctrica (Capítulo 7).

El sistema motriz neumático, es el que se encarga de transmitir movimientos de vaivén a los mecanismos que intervienen en cada ciclo de máquina y que están relacionados al sellado del material de empaque. La función principal del sistema motriz neumático es la de proporcionar a los mecanismos actuadores (pistones), cantidades controladas de aire comprimido, las variables que se deben considerar para poder suministrar aire comprimido a la máquina empacadora son: Presión, humedad, nivel de lubricación y tiempo. Cada una de las variables anteriores es controlada por un dispositivo correspondiente a cada una de ellas, así, para el caso de la presión, el dispositivo encargado de regular su magnitud es una válvula reguladora de presión, para la humedad un filtro secador es el encargado de no permitir que las partículas de agua lleguen a los elementos actuadores, el nivel de lubricación esta asociado a un elemento lubricador, el cual automáticamente dosifica partículas de aceite lubricador al aire para que todos los elementos relacionados al sistema funcionen debidamente y por último el intervalo de tiempo de suministro de aire al sistema en cada ciclo de máquina, es determinado por el sistema de control, el cual está almacenado en la memoria mecánica del mismo. La función del tiempo de activación del suministro o no de alimentación de aire comprimido a la máquina está controlada por un microswitch el cual es activado por una leva (memoria mecánica), en dicha leva se ajusta el tiempo de operación del sistema neumático en cada ciclo de máquina, a través de una electroválvula que permite o no el paso de aire comprimido al sistema de sellado de la máquina (Control todo o nada).

Además el sistema neumático se componen de otros elementos tales como:

- Reguladores de velocidad a través del control de flujo de aire
- Silenciadores
- Sistema de transporte del aire comprimido a los elementos actuadores

El sistema motriz eléctrico, es el encargado de transmitir movimiento mecánico a los sistemas de la máquina que así lo requieran para su correcto funcionamiento, por medio del sistema de alimentación de energía eléctrica. Las funciones principales del sistema motriz eléctrico son:

- a) Transmitir movimiento de rotación al sistema de halado de material de empaque.
- b) Transmitir movimiento de rotación al sistema de control.

Para el caso del sistema de halado del material de empaque, el sistema motriz eléctrico, funciona como transmisor de potencia mecánica a través de la transformación de energía eléctrica, el cual transmite directamente o por medio de elementos de acople mecánico movimiento de rotación a el sistema de halado de material de empaque, durante el intervalo tiempo preestablecido y almacenado en la memoria mecánica, dichas funciones son realizadas por medio de un motoreductor de corriente continua el cual es el encargado de transmitir por acople directo o través de un sistema de piñones o sistema de piñones y

cadena el movimiento de rotación a los rodillos haladores, el tiempo de activación del sistema motriz eléctrico es determinado por una leva, la cual actúa sobre un microswitch que envía una señal eléctrica a un relé que transmite por medio de sus contactos energía eléctrica al motorreductor realizando las funciones anteriormente detalladas en cada ciclo de máquina.

En el caso de la transmisión de movimiento de rotación al sistema de control, se lleva a cabo por medio de un dispositivo que permita controlar de forma precisa su velocidad, para obtener sincronismo en todas las funciones de la máquina en cada ciclo de operación. La transmisión de movimiento se lleva a cabo por medio de un eje sobre el cual van montados los dispositivos que activan las funciones principales de la máquina (levas), el mecanismo encargado de transmitir movimiento de rotación al sistema de control, es igual que para el caso del sistema de halado, un motoreductor de pequeña capacidad (1/30 a 1/50 de HP), con velocidades que van desde 1 a 40 RPM.

El sistema de alimentación de energía eléctrica, como puede observarse en el diagrama de bloques de la FIGURA 1C, pag.18, depende de un sistema externo de alimentación de alimentación de potencia, el cual puede ser directamente la red de distribución de energía eléctrica o una fuente generadora de energía eléctrica. El bloque de entrada del sistema de alimentación de potencia es el sistema de protecciones eléctricas, la función de dicho sistema es la de proteger, señalizar y aislar del sistema de alimentación de energía eléctrica cualquier falla de carácter eléctrico que se presente en los sistemas de la máquina

empacadora que dependan del suministro de energía eléctrica, cabe mencionar que el sistema de protección eléctrica es un sistema coordinado de protecciones ya que se debe diseñar y dimensionar de tal forma que al momento de ocurrir una falla en cualquier sistema de la máquina, la protección principal sólo se deberá activar si se trata de una falla muy grave, caso contrario, sólo se debe activar la protección asociada al sistema que presenta dicha falla.

El siguiente bloque funcional es el relacionado al sistema de estabilización eléctrica (bloque opcional), el cual es básicamente un sistema que se encarga de proporcionar a los siguientes bloques funcionales para su correcto funcionamiento, energía eléctrica de calidad, es decir, un sistema capaz de absorber las fluctuaciones de voltaje del sistema de distribución y que no permita que dichas fluctuaciones seas percibidas por los sistemas subsiguientes. La función de este bloque se lleva a cabo por medio de un regulador de voltaje, el cual debe ser dimensionado de acuerdo a la capacidad total de la máquina empacadora.

Al salir las señales eléctricas del sistema de estabilización eléctrica se distribuyen a todos los sistemas que requieran de energía eléctrica, dividiéndose en dos grupos o bloques principales, los sistemas que utilizan para su funcionamiento potencia de corriente alterna y los que utilizan potencia de corriente continua, aunque se observa en el diagrama funcional de bloques que el sistema de alimentación de potencia DC es un subsistema del sistema de alimentación de potencia AC.

Funcionalmente el sistema de alimentación de potencia AC es el encargado de proporcionar energía eléctrica de AC a los sistemas que así lo requieran como por ejemplo: El sistema motriz neumático, el sistema de sellado, el sistema de enfriamiento y el sistema de alimentación de potencia DC, éste último se ha definido en el diagrama funcional de bloques como un bloque integrado, pero que realmente se encuentra ubicado en cada subsistema que requiera para su operación potencia DC, así por ejemplo: de acuerdo al diagrama de bloques, el sistema de alimentación de potencia DC, suministra energía eléctrica DC al sistema de control. Realmente se hace llegar hasta una tarjeta electrónica de control de velocidad para motores DC una alimentación de AC, internamente en la tarjeta de control se encuentra un circuito rectificador, que se encarga de convertir la señal de entrada de AC en DC para luego darle paso a la etapa de control de potencia y por último enviar la señal controlada al motoreductor DC para su utilización. Así, para cada sistema que para su operación requiera energía eléctrica rectificada, existe un dispositivo convertidor de energía AC/DC asociado.

Como se ha podido determinar en los párrafos anteriores, las máquinas empacadoras de productos líquidos requieren de sistemas que deben permanecer en sincronía perfecta en cada ciclo de máquina para lograr producir unidades herméticamente selladas, con peso y volumen exactos y una presentación excelente.

El análisis funcional de bloques ha servido para obtener una idea general del funcionamiento de las máquinas empacadoras de líquidos, aunque se debe hacer la aclaración de que dicho análisis ha sido desde un punto de vista genérico en relación al universo de marcas, modelos o tipos de máquinas empacadoras de líquidos existentes tanto en el mercado nacional como en el internacional, ya que se han descrito los sistemas principales que intervienen en el proceso de envase de productos líquidos, aunque dependerá de otros factores que la máquina posea accesorios o sistemas que por razones de diseño de cada fabricante no se pueden mencionar cada uno de ellos.

Para obtener una mejor comprensión de la operación de una máquina empacadora de productos líquidos, a continuación se hará una descripción general y condensada desde el punto de vista del operador y de acuerdo a la secuencia operativa del proceso de empaque con cada mecanismo o sistema, sin entrar en detalles ya que se esto se hará en el capítulo dedicado a la puesta en marcha, operación y mantenimiento:

Con la máquina debidamente instalada (eléctricamente, así como con el sistema de enfriamiento, con el suministro de aire comprimido y con el material de empaque debidamente instalado), se inicia la operación de la máquina, se deben probar y ajustar manualmente (sin el control de dosis activado), los controles de temperatura de tal forma que se consiga un sellado adecuado (en el arranque inicial, la primera unidad de empaque debe estar sellada inferiormente).

El primero en actuar es el sistema de halado y formado del material de empaque el cual está compuesto principalmente por rodillos trasportadores, rodillos tensores y rodillos haladores, un cuello y tubo formador el cual se encarga de convertir el material de empaque de forma plana en un cilindro con traslape, en dicho traslape se realiza la operación de sellado vertical por medio de una mordaza que tiene una resistencia plana la cual se activa al iniciarse un ciclo de la máquina (un ciclo equivale a una unidad producida), la operación de halado se realiza por medio de dos pares de rodillos colocados unos frente a los otros y entre los cuales pasa el cilindro de material de empaque previamente formado y sellado (ver FIGURA 1D), el intervalo de tiempo que permanezcan activados los rodillos haladores dependerá de dos variables: del tiempo que se le haya programado en el sistema de sincronismo y del tamaño de la presentación del producto que se empaca. Simultáneamente con la operación de halado se realiza la operación de dosificación del producto a empacar, ésta operación depende de la presión de llenado de producto y del tiempo que se le permita estar activado al sistema de dosis. Por último actúa el sistema de sellado y corte horizontal el cual funciona de igual manera que el sistema de sellado vertical, obteniéndose así un producto sellado herméticamente, listo para su distribución y consumo.

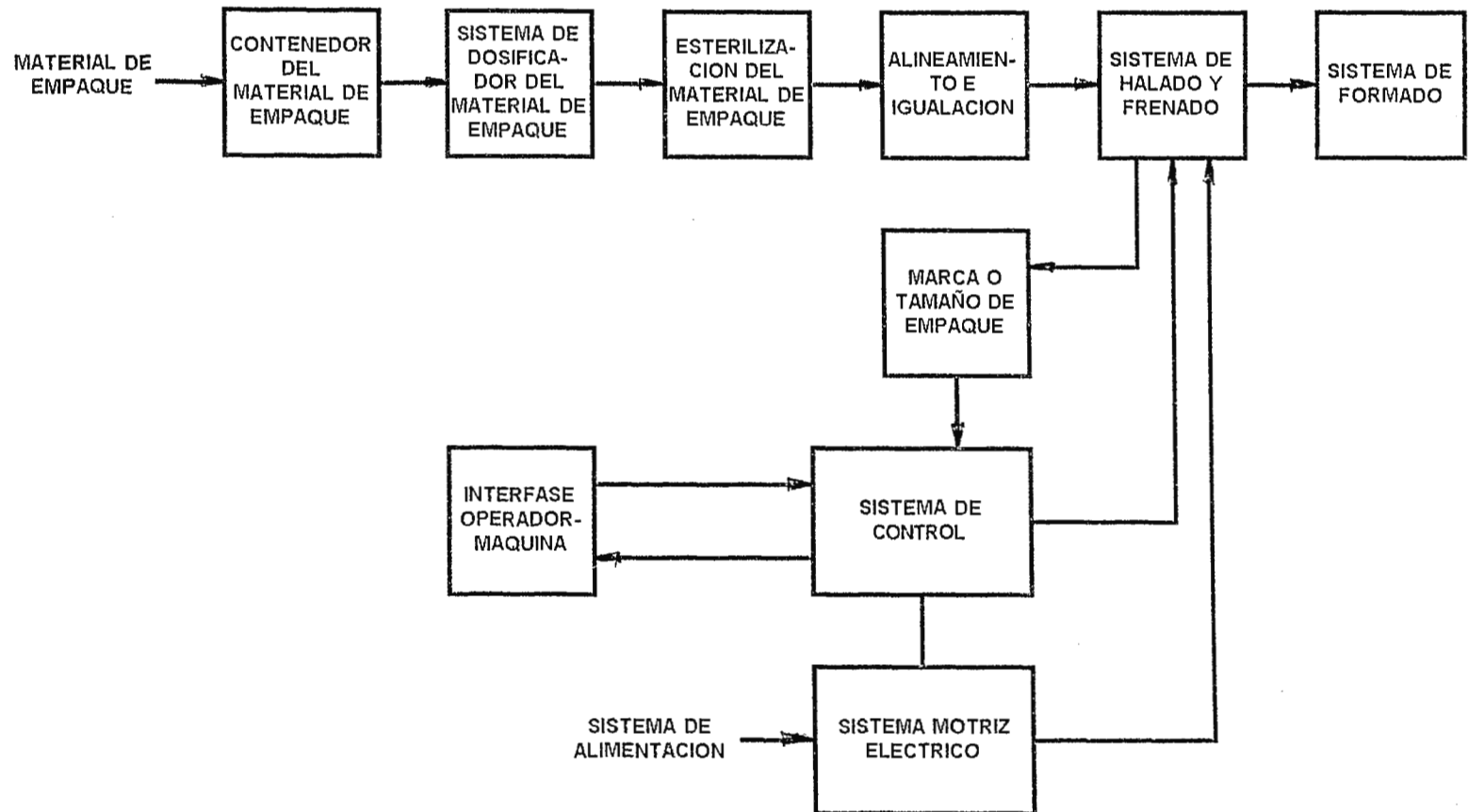
CAPITULO 2.

SISTEMA DE HALADO Y FORMADO DEL MATERIAL DE EMPAQUE.

2.1 Diagrama de bloques del sistema de halado y formado del material de empaque y análisis funcional.

De acuerdo al diagrama de bloques de la FIGURA 2A, como variable de entrada se identifica al material de empaque, el cual se suministra a la máquina en presentación de bobina, ya que dicha presentación es la que permite mayores velocidades de producción en el empaque de productos líquidos, fácil instalación y manejo. La bobina de material de empaque, pasa luego a formar parte del bloque siguiente identificado como contenedor del material de empaque, el cual tiene la función de proporcionar soporte, fijación y alineamiento a la bobina de material de empaque, por medio de elementos que proporcionan el centrado y la fijación adecuada. Dicha función se lleva a cabo por medio de un eje de soporte y dos piezas de forma cónica, tal como se puede observar en la FIGURA 1A y en planos de diseño constructivo, ANEXO 5, hojas: 3, 4, 5, 6 y 7. Cada una de las cuales entra en los extremos de la bobina de material de empaque dándole el debido centrado y no permitiendo que gire individualmente, sino junto con todo el sistema contenedor del material de empaque.

FIGURA 2A. DIAGRAMA FUNCIONAL DE BLOQUES DEL SISTEMA DE HALADO Y FORMADO DE LAS MAQUINAS EMPACADORAS DE LIQUIDOS



Posteriormente, el bloque funcional identificado como sistema de dosificación del material de empaque es el encargado de proporcionar a la máquina empacadora de forma controlada y en la cantidad necesaria, material de empaque, independientemente de la velocidad de la máquina; existen dos tipos de sistemas de dosificación de material de empaque: mecánico y electromecánico, el mecánico es el más utilizado por ser de bajo costo, mínimo mantenimiento y buena estabilidad, dicho sistema permite la rotación del sistema contenedor de material de empaque así como también frena la rotación del mismo en el instante en el cual ha sido sincronizado mecánicamente. Las funciones anteriores son llevadas a cabo por medio de un sistema de frenado mecánico que consiste en una masa de aluminio y una zapata que hacen o no contacto dependiendo del momento en el que han sido sincronizadas con el sistema de halado del material de empaque, lo que permite, por consiguiente que el sistema contenedor gire de forma controlada, permitiendo la dosificación adecuada del material de empaque.

Luego de pasar por el sistema de dosificación , el material de empaque llega a un bloque opcional denominado: Sistema de esterilización del material de empaque, como norma de higiene se debe implementar en la máquina empacadora de líquidos este sistema cuando el producto que se pretende empaquetar es de índole alimenticio o farmacéutico, con la finalidad de que el producto no sufra algún tipo de contaminación. El proceso de esterilización del material de empaque se describe como un proceso en el cual el material de empaque es sometido a la acción de eliminación de todos los microorganismos que haya adquirido el material ya sea en la fabricación, manejo, transporte o en las condiciones de

operación del mismo. El proceso de esterilización es llevado a cabo haciendo pasar el material de empaque por una cámara semihermética (sólo debe poseer dos ranuras: la entrada y salida del material de empaque para evitar la fuga de radiación y debe estar ubicada donde el operador no tenga contacto visual con la misma). en la cual hay una fuente luminosa de rayos ultravioleta, los cuales prácticamente “queman” cualquier microorganismo adherido en las paredes del material de empaque. En el ANEXO 2 se puede encontrar en detalle las partes que componen al sistema de esterilización del material de empaque así como el principio de funcionamiento del mismo.

Después de esterilizado el material de empaque, es sometido a la acción de alineamiento e igualación, ésta función es sumamente importante para obtener éxito en el proceso de formado del material de empaque. La función de alineamiento consiste en establecer una ruta definida y obligada para el material de empaque, para evitar que éste se movilizce de una forma aleatoria; dicha función es llevada a cabo a través de: un juego de rodillos fijos cuya función es la mantener en la ruta establecida al material de empaque y un rodillo tensor que no permite que el material de empaque llegue al sistema de formado con algún traslape o arruga, dicho rodillo está ubicado justo antes del cuello formador y tiene la característica de ser regulable mecánicamente por medio de una perilla de control.

La función de igualación consiste en darle una tensión uniforme al material de empaque durante todo el trayecto que es transportado, desde el contenedor hasta el sistema de formado, por medio de elementos que en el instante en el cual es activado el sistema de

halado, absorben dicha tensión evitándose con ello que el material de empaque sufra estiramiento, lo que provoca que se debilite la pared del mismo o que se rompa en el peor de los casos. La función de igualación es llevada a cabo a través de uno o varios rodillos, acoplados mecánicamente a una estructura de soporte la cual en conjunto o individualmente tienen movimiento que le permiten absorber la tensión provocada al material de empaque en el momento que éste es halado en cada ciclo de máquina. La tensión inicialmente absorbida provoca que el (los) rodillo(s) de igualación actúe(n) de forma que se ubique(n) en la posición de igualación; luego, la tensión es liberada por el mismo peso del rodillo (o juego de rodillos) de igualación, cuando el sistema de halado del material de empaque se encuentra en reposo en cada ciclo de máquina.

De acuerdo al diagrama de bloques funcional correspondiente al sistema de halado y formado del material de empaque y siguiendo su secuencia explicada hasta este momento, se llega al bloque correspondiente al sistema de halado y frenado, el cual opera de acuerdo a una variable de salida y dos de entrada. La función de halado del material de empaque se lleva a cabo a través de un sistema que debe cumplir con las siguientes condiciones: en primer lugar que no dañe al material de empaque al momento de hacer contacto, como segunda condición, no debe realizar movimientos bruscos o desbalanceados en el instante de estar ejerciendo la acción de halado, para evitar dañar o desalinear al material de empaque y por último debe ser de un sistema de diseño sencillo, de bajo costo y mínimo mantenimiento.

La función de frenado es llevada a cabo básicamente para dos propósitos: Eliminar el efecto de inercia remanente después de cada ciclo de halado en el sistema motriz eléctrico; eliminar el mismo efecto en el sistema de dosificación del material de empaque cuando se trate de un sistema de dosificación electromecánico, para evitar en el primer caso obtener unidades empacadas de longitud no homogénea y en el segundo caso dosificar de forma indebida el material de empaque. La función de frenado es llevada a cabo por medio de una resistencia de bajo valor óhmico y potencia dimensionada de acuerdo a la capacidad del sistema motriz eléctrico que se conecta a través de un relé a los bornes de alimentación del motor, al momento que se desea frenar, o sea , inmediatamente al cesar el halado, aunque cabe mencionar que éste método es utilizado en motores de corriente directa y es conocido como método de “Frenado Dinámico”, en la actualidad la nueva generación de máquinas empacadoras de líquidos están utilizando motores paso a paso para los sistema de halado y dosificado de material de empaque, por lo que se consiguen niveles grandes de exactitud en el proceso de empaque.

El funcionamiento del sistema de halado y frenado como se mencionó, depende de tres señales o tres bloques funcionales que interactúan entre sí:

- a) Señal de fotocelda para materiales de empaque con registro de tamaño
- b) Señal del sistema de control
- c) Señal del sistema motriz eléctrico

Secuencialmente, la primera señal que se genera es la del sistema de control, la cual envía la orden de arranque al sistema de halado, lo que provoca un desplazamiento del material de empaque a través del sensor fotoeléctrico hasta llegar al registro impreso (para el caso de materiales de empaque con registro impreso), la señal captada por la fotocelda es enviada al sistema de motriz eléctrico para que éste deje de funcionar y es así como en cada ciclo de máquina se debe realizar la secuencia anterior para obtener unidades empacadas de tamaño homogéneo (Ver FIGURA 1D, PAG. 23).

Luego de haber pasado por los procesos y condiciones anteriores, el material de empaque es introducido al sistema de formado, el cual tiene la función de convertir la tira plana de material de empaque en un cilindro circular recto de tal forma que sus extremos queden traslapados para su correcto sellado longitudinal. El proceso de formado es llevado a cabo por dos dispositivos o piezas principales denominadas: cuello y tubo formador. Ambos dispositivos se fabrican generalmente de acero inoxidable con un alto grado de pulimento para evitar rozamientos con el material de empaque que puedan dañarlo. El cuello formador pasa a través del tubo formador y se debe ajustar de tal forma que exista un espacio equivalente a un máximo de dos veces el espesor del material de empaque entre las paredes de ambos (entre la pared interior del cuello y la pared exterior del tubo formador) para obtener un traslape homogéneo, tal como se puede observar en la FIGURA 1D, PAG.23.

A continuación se describe desde el punto de vista operativo, de funcionamiento secuencial y mecanismos el proceso de halado y frenado del material de empaque:

Un motorreductor de corriente continua de velocidad controlada, acoplado mecánicamente a un eje que posee un juego de rodillos de halado, es el encargado de realizar la función de halado del material de empaque, entre los rodillos de halado y el sistema de formado del material de empaque, cada vez que el sistema de control de la máquina así lo demande. El sistema de halado está compuesto realmente por dos ejes, cada uno posee un par de rodillos haladores, los cuales, se encuentran unos frente a los otros, haciendo contacto por medio de un material suave ("O" rings o una banda de hule) y en medio del cual pasa el material de empaque, realizando con ello la función de halado. El eje al cual está acoplado el motorreductor transmite el movimiento al otro eje por medio de un par de piñones de dientes rectos de relación unitaria (piñones idénticos, para obtener las mismas velocidades), la altura de los dientes de dichos piñones determinan el rango de regulación de las chumaceras móviles ya que debe ser de tal forma que no permita que los dientes de los piñones dejen de hacer contacto, para tener movimientos de rotación sincronizados en los dos ejes que contienen a los rodillos haladores.

2.2. ELECCION DE MATERIALES DE ACUERDO AL MATERIAL DE EMPAQUE Y PRODUCTO A EMPACAR

Es de suma importancia definir los parámetros relacionados al material de empaque y del producto que se desea empaquetar ya que de esto depende el diseño del sistema de

halado y formado del material de empaque, del sistema de dosificación y de los demás sistemas. Como primer paso se deben definir las dimensiones de la(s) presentaciones del producto que se desea empaquetar ya que de esto dependen: la dimensión de los rodillos transportadores, por consiguiente el ancho de la máquina empaquetadora, además de servir para definir el tamaño del cuello y tubo formador.

Con respecto a la elección de materiales de acuerdo al producto a empaquetar, como primer paso, se deben investigar las características físicas y químicas del producto a empaquetar, si se trata de productos de consumo humano, farmacéuticos, algunos tipos de desinfectantes, etc., lo mejor y lo más recomendado es utilizar para la construcción de las piezas y mecanismos, acero inoxidable (304, 308 ó 316), con acabado sanitario (En la parte de diseño mecánico se detallaran los materiales que comúnmente se utilizan para cada elemento de cada sistema), cuando se trata de productos químicos, se debe investigar el grado de corrosión de los productos, para poder seleccionar los materiales a utilizar en cada elemento que compone la máquina empaquetadora, como por ejemplo: el empaque del hipoclorito de sodio conocida en nuestro medio como lejía, nunca se debe utilizar ningún tipo de material metálico en las partes donde se haga contacto directo con el producto ya que esto provoca un desprendimiento del hipoclorito, además de dañar los materiales que hacen contacto con el mismo. Por lo que recomendable para este caso es utilizar para la fabricación de piezas, materiales tales como: nylon, teflón ó PVC.

Con respecto a los materiales para el chasis de la máquina, se debe considerar el ambiente externo en el que estará instalada la máquina empacadora, para poder elegir el tipo de material del cual se fabricará toda la estructura de soporte así como las piezas de los mecanismos, además de tener siempre en cuenta el factor económico para poder lograr la optimización de los recursos a un costo razonable, de ahí se puede mencionar que para ambientes altamente corrosivos, lo más recomendable es la utilización de acero inoxidable cuando los costos lo permitan ó láminas de hierro negro con recubrimientos de pinturas y resinas especiales, tales como: Pinturas al horno, pintura martillada, u otro tipo de tratamiento que no permita el contacto de los metales con el medio que rodea a la máquina.

2.3. Control de calidad para la fabricación de piezas o suministro de las mismas para el sistema de halado y formación del material de empaque.

De todos los procedimientos para la fabricación de las máquinas empacadoras de líquidos, el más importante es el relacionado al control de calidad en la fabricación, elección de materiales y/o suministro de todas las piezas que componen la máquina, ya de ello depende el éxito en la construcción, calibración y ajuste de todos los sistemas de los que la máquina está compuesta, así como también en el funcionamiento de la misma.

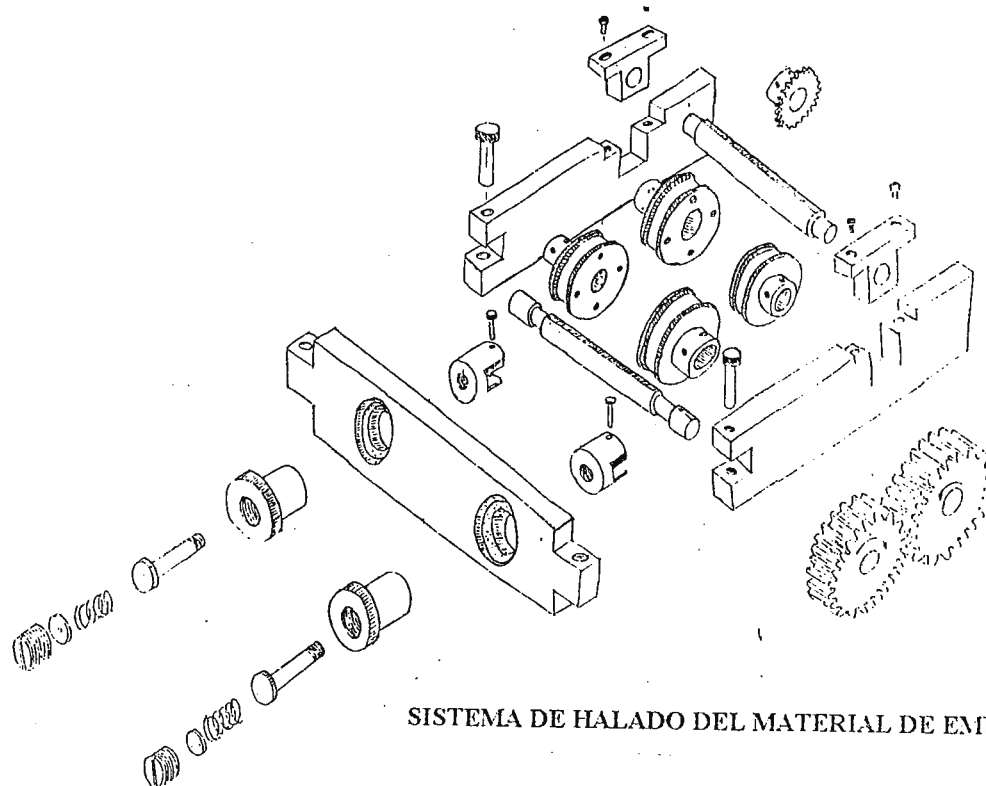
Para poder realizar la tarea de controlar la calidad de todas las piezas que componen la máquina empacadora de líquidos, es necesario tener claro y definido el diseño de la

máquina, debidamente documentado con todas las especificaciones tales como: dimensiones, tipos de material, roscas, recubrimientos especiales (pinturas, resinas, cromados, etc.), ajustes o algún otro tipo de requerimientos especiales. Todo ello debe llevarse a cabo de una forma exhaustiva verificando los parámetros anteriormente mencionados, teniendo en cuenta hasta el último detalle.

Para el caso del sistema de halado y formado del material de empaque, en la sección de diseño mecánico de piezas se pueden observar el diseño constructivo de todos los componentes de dicho sistema (FIGURAS 1A, 1D y 1H), así como también en los siguientes apartados se detallará el proceso de fabricación de los mismos.

2.3.1. Rodillos y rodamientos

Es muy importante considerar que para el diseño del sistema de rodillos se debe tener en cuenta que éstos deben ser lo más ligero posible, es decir que para su fabricación se deben utilizar materiales livianos tales como: aluminio, nylon y PVC, la superficie de los mismos debe tener un fino acabado para evitar fricciones, desgarramientos o rayaduras del material de empaque. El material más comúnmente utilizado y recomendado para la fabricación de los rodillos es la tubería de aluminio de pared gruesa, la longitud de los rodillos estará determinada por el ancho total de la máquina, el cual a su vez está determinado por el ancho total del material de empaque. Con respecto al diametro de los rodillos, éste no deberá ser mayor de una pulgada, ya que al tener un mayor diametro por



SISTEMA DE HALADO DEL MATERIAL DE EMPAQUE

UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERIA

CONTENIDO: FIGURA 1H. SISTEMA DE HALADO DEL
MATERIAL DE EMPAQUE

PRESENTA: Juan N. Sánchez Soriano

ESCALA: SIN ESCALA

FECHA: AGO/1997

HOJA No.

consiguiente se tiene un mayor peso y el motor principal del sistema de halado debe hacer un mayor esfuerzo para transportar el material de empaque.

Otra característica importante que debe tener el sistema de rodillos es que la fricción que ellos provoquen al girar debe ser mínima, por lo que se debe diseñar una forma fácil y económica para lograr dicho objetivo. Se pueden analizar dos opciones:

Utilizar un sistema de rodillos, en el cual cada rodillo posea en sus extremos un balero, el cual a su vez debe ser sellado para evitar darle mantenimiento (lubricación), en caso de que tienda a atorarse. Esta opción se está tendiendo a dejar de utilizar ya que, el proceso de ajuste de los rodamientos al rodillo de aluminio, el ajuste de los mismos a los pines de soporte en el chasis de la máquina, consumen más tiempo en el proceso de fabricación.

Como segunda opción y la que se está tendiendo a utilizar es la del uso de tapones de nylon en los extremos de cada rodillo de aluminio, los cuales tienen en el centro una cavidad cónica, dicha cavidad tiene dos funciones: la primera es de centrar el rodillo para que éste gire de una forma uniforme, la segunda es la soportar al rodillo, por medio de un tornillo de punta cónica (que entra en la cavidad), el cual se debe regular de tal forma que permita girar libremente al rodillo. Dicho método no necesita mantenimiento y es de mucho menor costo que el anterior, cabe mencionar que el nylon es el material recomendado para fabricar los tapones de los rodillos de aluminio, ya que es el material

que por experiencia provoca menor fricción al girar y es muy importante también que la punta cónica del tornillo de regulación sea lo más pulida posible y ser fabricado de acuerdo al detalle del plano constructivo hoja 2).

Los rodamientos que comúnmente se utilizan en el sistema de halado y formado del material de empaque son los rodillos de bola, sellados y el que se utiliza por excelencia es el 6200 el cual tiene las siguientes características: Diametro interior = 10 mm; Diametro exterior = 30 mm; ancho = 9 mm)

Los rodamientos se utilizan en tres lugares que juegan un papel importante en el buen funcionamiento de la máquina empacadora:

- En el sistema de soporte de la bobina de material de empaque. El eje de soporte de la bobina de material de empaque se apoya directamente sobre dos pares de baleros, ubicados uno a cada extremo del eje de soporte, de forma radial, lo cual permite en primer lugar el fácil reemplazo de la bobina del material de empaque y en segundo lugar, un mecanismo que permite que la bobina gire libremente con una mínima fricción.
- En el carro de rodillos haladores y de alineamiento, la finalidad de dicho carro es la de soportar y alinear el material de empaque en la trayectoria hacia el sistema formador y también la de regular la posición del ojo electrónico de detección de registros del material de empaque, de acuerdo al plano constructivo hoja 9, para obtener el centrado y tamaño deseado del producto a empacar. El carro de rodillos

está acoplado a una varilla roscada tipo ordinaria, la cual tiene en su extremo un perilla de regulación que es la que controla la posición óptima del carro de rodillos que permite realizar las funciones anteriormente detalladas.

- En el sistema de rodillos haladores se encuentran dos pares de chumaceras del tipo parche, las cuales sirven de soporte y permiten que los rodillos haladores giren. Un par de chumaceras son fijas y el otro par es regulable por medio de correderas y tornillos de regulación en el frente de la máquina (para un mejor acceso del operador), con el objetivo de tener una regulación que permita ajustar la presión en las caras de los rodillos haladores, por consiguiente para conseguir que el halado del material sea de forma alineada y homogénea. (Ver Planos constructivos, ANEXO 5, hojas 10, 14 y 18).

Las especificaciones técnicas de las chumaceras dependerán del diametro externo del eje y de la marca que el fabricante de la máquina empacadora elija.

2.3.2. Soportería del sistema de halado y formación del material de empaque

La soportería de los sistemas de halado y formado se compone de piezas de diseños adecuados al tipo de elemento que se deba soportar. Para el caso del sistema de rodillos que cuenta con tornillos de regulación de forma especial, así el sistema de formado del material de empaque cuenta con piezas de soporte y ajuste que en los planos constructivos de cada

sistema que compone la máquina se encuentran de forma detallada cada uno de los elementos que componen la soportería de los sistemas de halado y formado del material de empaque.

Como se mencionó anteriormente, el sistema de rodillos esta soportado por medio de tornillos de cabeza hexagonal con punta cónica, la cual ensambla con cada extremo de los rodillos, permitiendoles girar libremente y de forma balanceada. Dichos tornillos poseen una contratuerca que los mantiene fijos una vez regulados (Ver Plano constructivo, ANEXO 5, hoja 2).

El cuello y tubo formador se fijan de forma tal que permanezcan perpendiculares al sistema de mordazas horizontales y paralelos a la mordaza vertical, por medio de tornillos. Las piezas que soportan a dichos elementos al momento de su fabricación se les debe hacer corredera (conocida en nuestro medio como “ojo chino”), la cual permite hacer regulaciones y alinear de forma adecuada cada uno de los elementos como se puede observar en los planos constructivos, ANEXO 5, hojas 12 y 17.

2.3.3 Cuello y tubo formador

El tubo formador consiste en un tubo de acero inoxidable cuyo diametro externo y longitud dependerán del tamaño del producto que se desea empacar, el tubo formador debe ser de pared gruesa (entre 3 a 5 mm), en un extremo del tubo se debe soldar un aro con diametro interno igual al diametro externo del tubo formador, y con un diametro externo entre 40 y 50 mm mayor que el diametro interior, con una pared de 6 a 10 mm de espesor para poder soportar el contacto continuo de las mordaza de sellado vertical. El el otro extremo del tubo formador se le deben soldar dos varillas del mismo material del tubo, dobladas de tal forma que permitan regularlas para darle una tensión adecuada al material de empaque para que éste no se arrugue ni se salga de línea (ver Plano constructivo, ANEXO 5, hoja 16.

En la parte donde hace contacto directo con la mordaza de sellado vertical se le debe maquinar una parte plana (esta es la otra razón por la que el tubo formador debe ser de pared gruesa), la cual debe ser de un poco mayor longitud que la mordaza vertical y que tenga una anchura que permita que la cara de la mordaza haga contacto uniformemente en toda la cara frontal de la parte plana debidamente rectificada.

El cuello formador se debe fabricar de acero inoxidable y la superficie que hace contacto directo con el material de empaque de tener un alto grado de pulimento. El cuello formador se compone básicamente de tres elementos: solapa formadora, camisa formadora y media luna de soporte.

En la solapa formadora comienza el proceso de formación del material de empaque, luego de que éste ha salido del sistema de rodillos transportadores y tensores, dicha solapa debe tener dos características muy importantes: debe tener un alto grado de pulimento y el ángulo que debe formar con respecto a la perpendicular no debe ser menor a los 30 grados ni mayor a los 50, ya que dentro de este rango se obtiene la mejor facilidad para la formación de los materiales de empaque, ángulos menores o mayores provocan arrugas, en muchos casos roturas, pero lo más común es que el material de empaque no permanezca alineado en el proceso de formación. En la parte del diseño mecánico se puede observar la forma y las dimensiones que se deben considerar para la fabricación de la solapa formadora tal como aparece en el plano constructivo, ANEXO 5, hoja 12.

La camisa formadora es la parte donde propiamente el material de empaque toma la forma cilíndrica que luego pasa al proceso de sellado vertical para obtener un cilindro circular recto hermético. Al igual que la solapa de formado la camisa debe tener un alto grado de pulimento, pero la característica más importante es que debe ser de diámetro tal que permita que el material de empaque pase libremente (pero de forma ajustada), entre el tubo formador y la camisa formadora. Debido a esta última característica el diseño del

cuello formador debe ser de tal forma que se adapte de forma exacta al espesor del material de empaque que se pretenda utilizar, ya que de lo contrario, si existe demasiado espacio entre el tubo y la camisa formadora, el material de empaque tenderá a desalinearse constantemente lo que no permitirá un desempeño adecuado de la máquina en general.

La media luna de soporte es la pieza que le permite dar ajuste y fijación al conjunto del cuelloy camisa formadora con respecto al tubo formador y está soldada al centro de la camisa formadora (no se debe soldar completamente, simplemente debe tener tres puntos de soldadura que permitan una fijación adecuada. La media luna además de tener la función de soporte y ajuste, sirve para que la camisa formadora no pierda sus dimensiones (ver plano constructivo hoja 12), específicamente su diametro, para evitar el fenómeno descrito anteriormente.

La solapa y camisa formadora son las partes que componen el cuello formador de material de empaque, están soldadas entre sí y en el proceso de fabricación se deberá hacer énfasis en el proceso de pulimento y ajuste de las piezas para tener éxito en el proceso de formado del material de empaque.

2.3.4. Recomendaciones generales de ajuste

A continuación se enumeran las recomendaciones más útiles en el proceso de ajuste de los sistemas de halado y formado de material de empaque:

- Para el sistema de rodillos transportadores y haladores, se deberá regular el aprete de los tornillos de tal forma que los rodillos giren libremente y de forma balanceada.
- El tubo formador debe fijarse de forma tal que sea perpendicular al sistema de mordazas horizontales, paralelo a la mordaza de sellado vertical y que la parte plana del mismo haga contacto de forma completa con la cara frontal de la mordaza.
- El espacio que debe existir entre el cuello y tubo formador debe ser de tal forma que solo permita el paso libre del material de empaque, por lo que se deberá tener especial cuidado al realizar dicho ajuste.
- Los tornillos de regulación de los rodillos haladores deben apretarse de tal forma que el material de empaque no se tienda a desalinearse. No se deben apretar por completo porque se corre el riesgo de dañar el material ahulado de los rodillos que hacen contacto directo.
- A la media luna de soporte se le debe maquinar una corredera que permita ajustar el cuello con respecto al tubo formador.

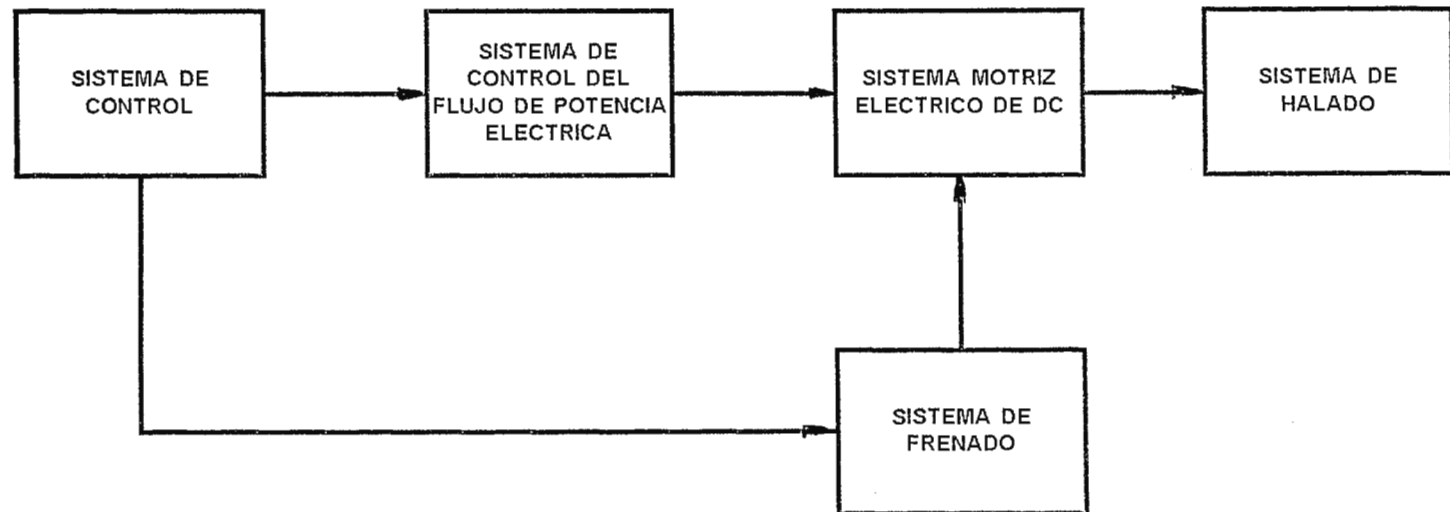
CAPITULO 3.

SISTEMA DE FRENADO ELECTRICO Y MECANICO

3.1. Sistema de frenado eléctrico para el sistema de halado. Análisis funcional

De acuerdo al diagrama de bloques de la FIGURA 3, el sistema de frenado eléctrico está compuesto por bloques funcionales que determinan el funcionamiento correcto y sincronizado del mismo. El sistema de control es el que determina las condiciones de operación del sistema de frenado eléctrico, a través de otras variables obtenidas de otros sistemas; como puede verse, el sistema de frenado eléctrico tiene como función principal parar inmediatamente el movimiento de rotación del sistema motriz eléctrico de C.D., dicha función es llevada a cabo por medio de un circuito eléctrico que conecta a los bornes de alimentación del motoreductor una resistencia de bajo valor óhmico (aunque el valor de la resistencia determina la rapidez con que se consume energía mecánica y por ende el tiempo requerido por el motor para detenerse); en la práctica se acostumbra dimensionar la resistencia inicial de frenado de alrededor del 150% del valor nominal, aunque son posibles paradas más rápidas si se toleran mayores corrientes (menores resistencias) y chisporroteos en el colector. La corriente evidentemente disminuye al mismo tiempo que la f.c.e.m. a medida que el motor se detiene, lo que significa que la acción de frenado es máxima al principio y luego va reduciéndose hasta cero cuando el sistema motriz eléctrico de C.D. llega al reposo. La forma más común de frenado eléctrico consiste en desconectar el motor

FIGURA 3 DIAGRAMA FUNCIONAL DE BLOQUES DEL SISTEMA DE FRENADO ELECTRICO DE LAS MAQUINAS EMPACADORAS DE LIQUIDOS



de la línea, la armadura disipa entonces su energía cinética en la resistencia. La función de frenado dentro del funcionamiento general de la máquina empacadora es muy importante ya que de ella depende que el producto empacado tenga iguales dimensiones físicas (específicamente la longitud), durante todo el tiempo que se produzca. Para obtener una mejor idea del método de frenado dinámico se muestra a continuación el circuito de la FIGURA 3A simplificado de conexiones, para el sistema de frenado dinámico:

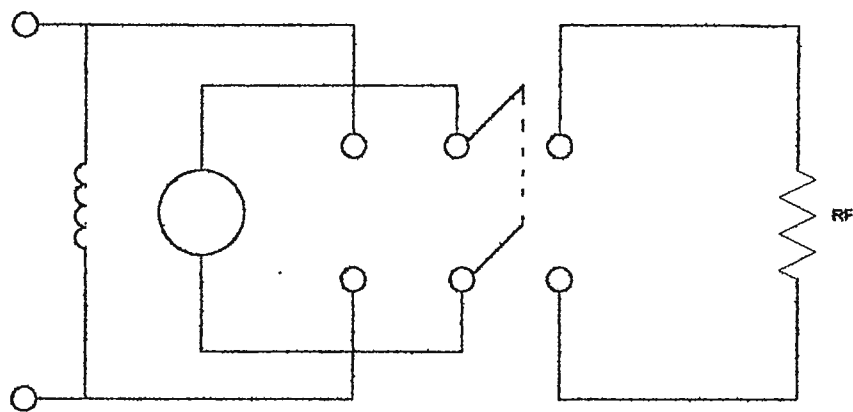


Figura 3A. Circuito de frenado dinámico para motores D.C.

De acuerdo al diagrama funcional de bloques, el sistema de control envía señales a dos bloques que son: el sistema de frenado y el sistema de control del flujo de potencia eléctrica, éste último es el permite controlar el flujo de potencia y por consiguiente la velocidad del sistema motriz eléctrico de D.C., la función de control de flujo de potencia es llevada a cabo por medio de dispositivos electrónicos (CAPITULO 9) integrados en un módulo denominado “Tarjeta Electrónica de Control de Velocidad”, la cual se encarga por

medio de un control externo ubicado en la interfase operador-máquina de controlar la potencia y por ende la velocidad del sistema motriz eléctrico de D.C., lo que permite que actúen los elementos que comprenden el sistema de halado del material de empaque.

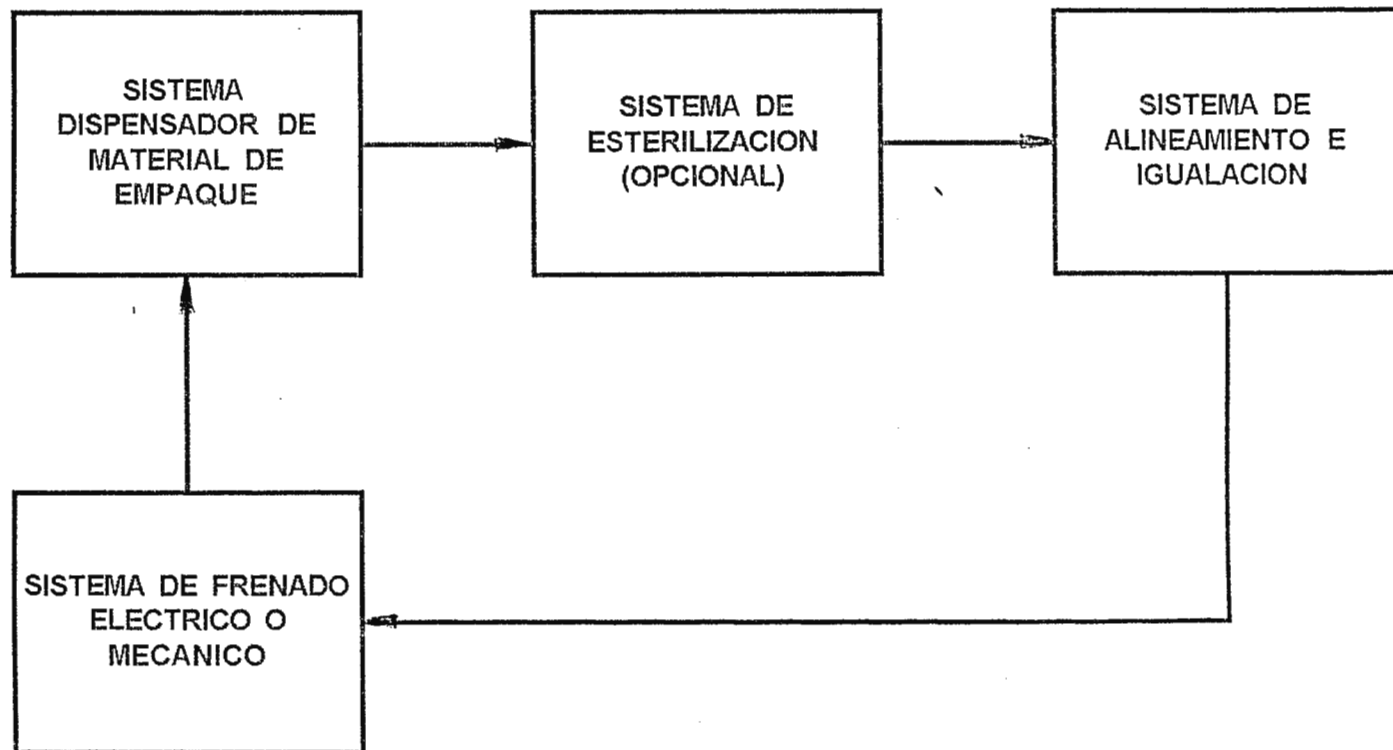
Vale la pena mencionar que cuando se trata de de un máquina empacadora con sistema de halado por medio de carro de mordazas, no es necesario pensar en un sistema de frenado para el este sistema, pues la función de halado se hace por medio de un juego de mordazas que se cierran o abren por medio de pistones neumáticos y la longitud del producto que se desea empaçar se regula de acuerdo al tiempo que se ajusta para que las mordazas permanezcan en contacto; por lo que al dejar de hacer contacto las mordazas cesa inmediatamente el avance del material de empaque.

3.2. Sistema de frenado del dispensador de material de empaque. Análisis funcional

Cuando se utiliza un motor eléctrico de D.C. como mecanismo de dosificación del material de empaque se utiliza el mismo método de frenado que para el caso de frenado dinámico del sistema de halado. Como puede observarse en el diagrama de bloques funcional de la FIGURA 3.2A, el sistema de frenado que actúa sobre el sistema dispensador ya sea eléctrico o mecánico, depende de la acción del sistema de alineación e igualación.

En el caso de un frenado mecánico, se tiene que al momento de que la máquina demande material de empaque por medio del sistema de halado, el sistema de frenado

FIGURA 3.2A DIAGRAMA FUNCIONAL DE BLOQUES DEL SISTEMA DE FRENADO ELECTRICO O MECANICO DE LAS MAQUINAS EMPACADORAS DE LIQUIDOS



mecánico debe estar inactivo, por lo que debe permitir el libre movimiento del sistema de dosificación de material de empaque, dicha acción es llevada a cabo por medio de los rodillos de igualación, ya que éstos están acoplados mecánicamente a un sistema de frenado conocido como sistema de frenado mecánico con tambor y zapata; éste sistema es quizá el más difundido y práctico de frenado, a pesar de ser uno de los primeros sistemas utilizado en máquinas empacadoras, la función de frenado tiene como objetivo principal permitir que la bobina de material de empaque gire de una forma controlada, esto se logra, por medio de éste tipo de sistema a través de un tambor de aluminio colocado sobre el mismo eje en el que se encuentra la bobina de material de empaque, sobre la superficie del tambor de aluminio hace contacto una zapata cubierta de material friccionante para obtener un frenado efectivo. El mecanismo que controla que la zapata haga contacto o no haga contacto con la superficie del tambor es un juego de rodillos tensores ensamblados en una pieza móvil con movimiento de sube y baja la cual se levanta al momento de que los rodillos haladores se activan, provocando que el material de empaque se tense, liberando con ello la zapata de fricción y permitiendo que la bobina del material de empaque se desenrolle. Cuando los rodillos haladores dejan de funcionar, queda una tensión remanente en el material de empaque, la cual es contrarrestada por el peso del conjunto de la pieza móvil y los rodillos tensores, la cual comienza a descender, provocando que la zapata entre en contacto nuevamente con el tambor de frenado, consiguiendo con ello que la bobina de material de empaque no se desenrolle de forma desordenada.

Ventajas del sistema:

- Frenado efectivo
- Mínimo mantenimiento
- De fácil ajuste

Desventajas:

- Alto costo de fabricación
- De gran tamaño

Otro tipo de Frenado eléctrico es el conocido como frenado por medio de motor y rodillo flotante, en este caso la dosificación del material de empaque es llevada a cabo por medio de un mecanismo que transmite movimiento de rotación al sistema de dosificación de material de empaque. Este sistema utiliza un motor eléctrico de corriente continua el cual puede estar acoplado directamente en el eje del sistema dosificador de material de empaque o también puede tener en su eje un rodillo cubierto de material ahulado (puede ser del mismo material que el de los rodillos haladores), el cual hace contacto directo con la bobina de material de empaque de forma radial. El funcionamiento del motor esta determinado al igual que el sistema anterior por el sistema de halado de material de empaque, sólo que en éste caso, cuando se activa el motor de halado el material de empaque tiende a tensionarse, levantando un rodillo flotante, el cual esta montado en una guía que le permite moverse de arriba hacia abajo y viceversa. Dentro de la guía se encuentra un microswitch el cual se encarga de activar el motor que se encarga de

transmitir movimiento de rotación directa a la bobina de material de empaque, permitiendo que se desenrolle. Al cesar el ciclo de halado, el rodillo flotante baja nuevamente a su posición de reposo, abriendo el circuito del motorreductor, frenando con ello el movimiento de rotación de la bobina de material de empaque.

Ventajas del sistema:

- Fácil instalación
- Mínimo mantenimiento

Desventajas:

- Se debe regular la velocidad del motor a medida que el diametro de la bobina del material de empaque se va reduciendo.
- Costo elevado
- Depende de la variable eléctrica
- Necesita un control de velocidad propio.

Otro tipo de frenado mecánico el conocido como frenado mecánico por medio de elemento friccionante con regulación de resorte. Este sistema consiste básicamente en un mecanismo circular recubierto de material friccionante (bronce, latón, cobre), que “abraza” al eje porta bobina de material de empaque, dicho mecanismo se diseña de tal forma que su diametro interior sea igual al diametro externo del eje portabobina, pero que no cubra toda la superficie del eje, para permitir con ello la regulación de la presión de contacto por

medio de un tornillo que acople las dos mitades del freno el cual a su vez atraviesa un resorte. Este sistema tiene el mismo principio de funcionamiento que el tambor y zapata, pero es mucho más simple.

Ventajas del sistema:

- Mínimo mantenimiento
- Bajo costo
- Fácil instalación y regulación

Desventajas:

- Provoca una resistencia continua al sistema de halado de material de empaque
- Si se aloja humedad u otro tipo de material líquido entre el eje y la zapata, la función de frenado disminuye notablemente.
- Si el tamaño de la bobina es muy grande, muy pesada o la velocidad de la máquina es muy grande no se recomienda este sistema porque la capacidad de frenado es pequeña comparada con los sistemas anteriormente detallados.

En conclusión, la función de frenado ya sea eléctrica o mecánica del sistema dosificador de material de empaque tiene como propósito principal evitar que el material de empaque sea dosificado a la máquina empacadora de forma no controlada y así evitar el fenómeno de desalineación del mismo.

3.3. Recomendaciones para la selección y diseño de los sistemas de frenado eléctrico y mecánico

Se mencionan a continuación las principales variables a considerar para seleccionar y diseñar sistemas de frenado:

- Cuando las velocidades de producción de la máquina que se desea construir, los sistemas más comúnmente utilizados para el frenado del sistema dosificador son los de frenado por medio de tambor y zapata y el sistema de frenado eléctrico, ya que ofrecen un frenado confiable e inmediato independientemente del tamaño de la bobina de material de empaque.
- Si se tiene la restricción de espacio para el lugar donde se instalará la máquina empacadora, se deberá considerar el uso del sistema de elemento friccionante con regulación de resorte debido a su tamaño, pero si la presentación de las bobinas de material de empaque son muy grandes se deberá estudiar la posibilidad de utilizar un sistema de alimentación eléctrico de material de empaque y por consiguiente un sistema de frenado eléctrico dinámico.

De acuerdo a los sistemas de frenado anteriormente mencionados, la elección y diseño del sistema de frenado dependerá de las variables: efectividad, costo, mantenimiento y tamaño, conforme a sus ventajas, desventajas y criterios personales de diseño.

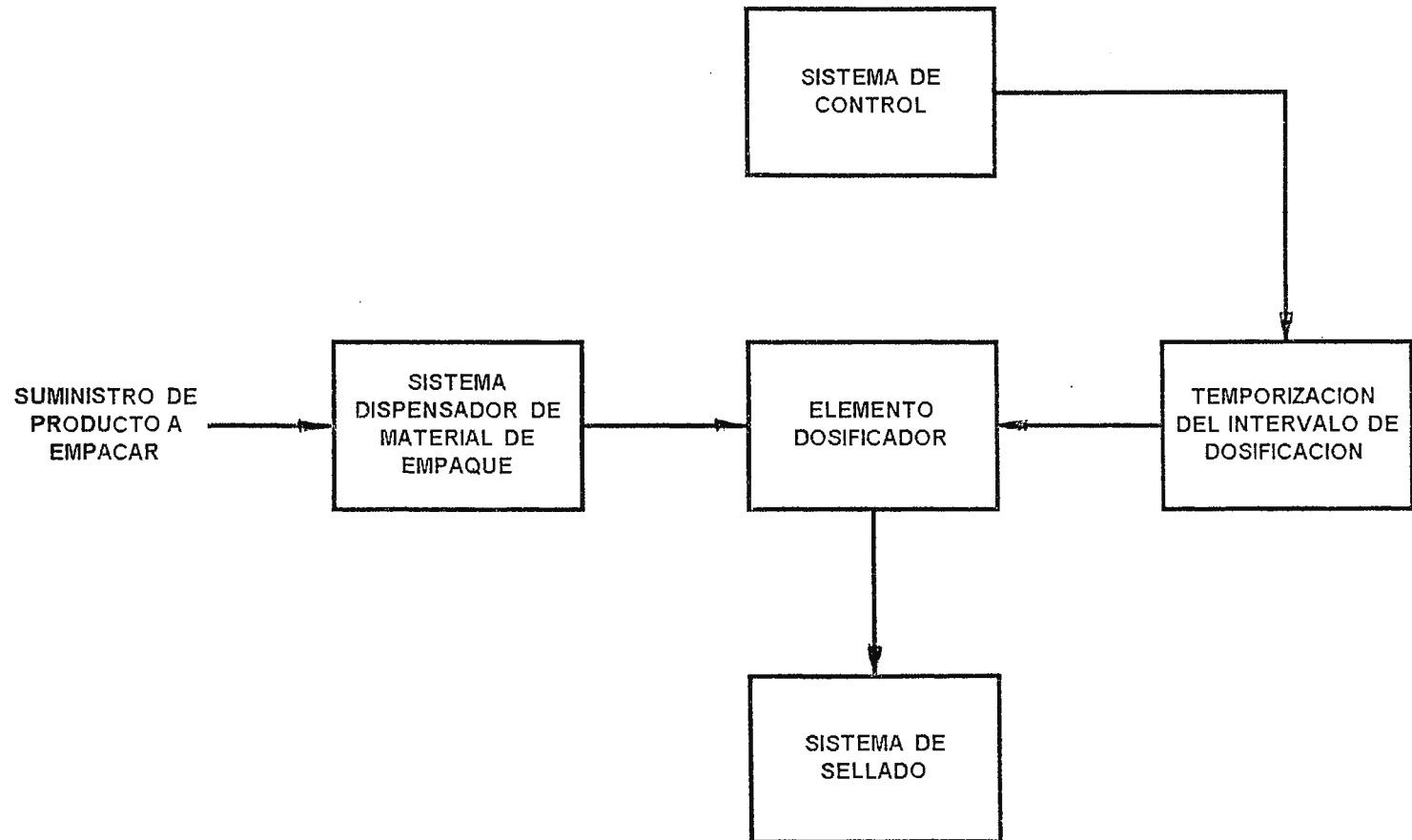
CAPITULO 4.

SISTEMA DE DOSIFICACION

4.1. Diagrama funcional de bloques y Análisis funcional

Para hacer un enfoque desde el punto de vista funcional del sistema de dosificación, se toma como punto de partida el suministro del producto a empacar (ver FIGURA 4.1.A), el cual, entra al bloque funcional correspondiente al sistema dispensador de producto que tiene la función de proporcionar de forma continua producto para su empaque. El sistema dispensador es propiamente el encargado de alimentar a la máquina empacadora, de acuerdo al sistema que sea elegido por el ingeniero de producción o de acuerdo a los recursos económicos para implementar el sistema más adecuado de suministrar el producto a empacar. El sistema dispensador de producto puede hacer llegar el producto a la máquina empacadora básicamente de dos formas: por medio de un sistema gravimétrico el cual consiste en utilizar la energía potencial gravitatoria del producto elevándolo a una altura por encima del nivel superior de la máquina, la presión de entrada de producto a la máquina, dependerá entonces de la altura del nivel máximo de producto. Esto es llevado a cabo por medio de un tanque elevado o un reservorio por encima del nivel de la máquina empacadora; este sistema es de bajo costo, pero se debe controlar la variable altura de nivel de producto a empacar ya que si existen variaciones grandes de altura de producto a empacar, también habrá una gran variación en el peso o volumen del producto empacado,

FIGURA 4.1A DIAGRAMA FUNCIONAL DE BLOQUES DEL SISTEMA DE DOSIFICACION DE LAS MAQUINAS EMPACADORAS DE LIQUIDOS



por lo que el control de la altura del nivel del reservorio debe ser lo más rigurosa posible; a través de un sistema de control de nivel ya sea eléctrico, mecánico o electrónico.

El otro sistema de alimentación de producto es el de tipo presurizado, el cual consiste en elevar la presión de alimentación de producto a la máquina de manera controlada, el cual consiste en una bomba hidráulica, un reservorio presurizado y una válvula reguladora de presión que envía a la máquina el producto a la presión debidamente ajustada para su posterior dosificación; éste sistema es el que más se está tendiendo a utilizar ya que permite obtener una presión constante a la entrada del elemento dosificador, obteniéndose unidades de producto con peso o volumen constante.

Luego de pasar por el sistema dispensador, el producto a empacar llega al elemento dosificador el cual tiene como funciones principales: dejar pasar y canalizar de forma controlada y sincronizada, módulos de producto predeterminados (ya sea por peso o volumen) en cada ciclo de máquina, por medio de uno o varios elementos dosificadores.

Las variables de entrada del elemento dosificador que se deben ajustar para su correcta selección y desempeño son: presión, viscosidad y tiempo. La presión se controla por medio del sistema dispensador de producto, la viscosidad es una variable propia del producto que se desea empacar y el tiempo es la variable que se ajusta o se “graba” en primer lugar en la memoria mecánica del sistema de control y luego puede ser regulada en la interfase operador-máquina para ajustar el intervalo de tiempo en el que permanecerá

activado el elemento dosificador. La función tiempo se “graba” en la memoria mecánica del sistema de control por medio del ajuste mecánico de una leva, la cual actúa sobre un microswitch que abre o cierra el circuito eléctrico de dosificación, enviándole un pulso a un timer o temporizador que se encarga de controlar el intervalo de tiempo que el elemento dosificador deba permanecer abierto en cada ciclo de máquina.

El elemento dosificador es un dispositivo actuador del tipo todo o nada, es decir, que permite pasar libremente el producto o que no deja que pase absolutamente nada, dicha función es llevada a cabo por medio de: una electróvalvula, para el caso de productos líquidos no viscosos o un pistón dosificador cuando se trate de productos de media o alta viscosidad, para éste último caso se suele utilizar también un sistema de dosificación con tornillo, el cual consiste en un sistema formado por un tornillo de paso grande dentro de un cilindro con ajuste micrométrico el cual dosifica el volumen de producto de acuerdo al número de revoluciones que gire dicho tornillo o del tiempo que el tornillo permanezca activado.

El elemento dosificador deposita el módulo de producto dentro de un dispositivo que lo transporta hasta el lugar donde será confinado herméticamente, dicho dispositivo es el denominado tubo dosificador, el cual tiene una longitud aproximada a la del tubo formador, además de pasar a través de él. El material de que se fabrica el tubo dosificador será determinado de acuerdo al producto a empacar, así por ejemplo para el caso de productos alimenticios, el acero inoxidable es el material utilizado por excelencia, para

productos con alto grado de corrosión se deben utilizar materiales tales como el Nylon, PVC o Teflón.

En resumen, el sistema de dosificación es aquel que permite que el producto que se desea empaquetar sea transportado, controlado y depositado dentro de cada módulo de material de empaque, de tal forma que cumpla con los estándares de volumen o peso preestablecidos.

4.2 Calibración de sistemas de dosificación

Una vez elegido el sistema dispensador de producto (ya sea por gravedad o hidroneumático), se procede a realizar ajustes con la máquina empaquetadora funcionando, hasta obtener en la unidad empaquetada el volumen o peso (según sea el caso) deseado ó más bien el que se declara en el empaque. Dichos ajustes se refieren básicamente a la presión que deberá tener el producto a empaquetar a la entrada del elemento dosificador, el diámetro de la tubería de alimentación y el tiempo que deberá permanecer activado éste último para obtener la dosis adecuada. Como se mencionó anteriormente, la presión de entrada puede ser fácilmente controlada por medio de una válvula reguladora de presión (por supuesto que se debe contar con un indicador o manómetro) para el caso de un sistema de alimentación hidroneumático o con un sistema de control de nivel para el caso de alimentación por gravedad.

El tiempo de dosificación es controlado inicialmente por el sistema de control de la máquina empacadora, ya que éste envía una señal al controlador de intervalos de tiempo de dosificado (temporizador), el cual por medio de un contacto NA permite activar al elemento dosificador que se encarga de dar paso libre al producto para su empaque. Dicho temporizador está ubicado en el panel del operador de la máquina (interfase operador-máquina).

4.3 Criterios de selección y diseño de los sistemas de dosificación

Para obtener los mejores resultados al momento de dosificar, se mencionan algunos criterios para poder seleccionar el sistema de dosificación más adecuado para aplicaciones específicas:

- De acuerdo al producto a empacar se deberá elegir el elemento dosificador más adecuado dependiendo de las variables propias del producto a empacar. Así por ejemplo: productos líquidos de baja viscosidad, altamente corrosivos y temperatura ambiente, se pueden solicitar en el mercado, electroválvulas con cuerpo de nylon, teflón o PVC. Si la viscosidad del producto a empacar es grande, se debe pensar en otro sistema de dosificación tales como: pistón dosificador o tornillo sinfin y los materiales de los cuales estarán fabricados dependerán del grado de corrosión del producto que se desea empacar.

- Al igual que el elemento dosificador, los materiales a seleccionar para el tubo de dosificación deberán ser de las mismas características, para evitar contaminaciones en el producto o que es lo mismo, daños en el material del tubo dosificador.
- El temporizador encargado de regular el intervalo de tiempo de dosificación, debe ser de muy buena calidad, multifunciones y de gran exactitud (deberá poseer escala de tiempo de 0-10 segundos controlables hasta décimas de segundo).
- Es necesario, cuando se utiliza el sistema de alimentación hidroneumático, proveerlo de un tanque acumulador de presión ya que se obtienen mejores niveles de estabilidad de presión en el sistema; además de permitirle a la bomba de alimentación de producto intervalos de tiempo de reposo (el tiempo dependerá de las dimensiones del tanque acumulador de presión y de la demanda de producto de la línea de producción).
- Si se utiliza el sistema de alimentación de producto por gravedad, se deberá proveer al sistema con un tanque de nivel constante, el cual puede ser controlados por un sistema de control de nivel ya sea: mecánico, eléctrico o electrónico. Para obtener las menores variaciones posibles en el nivel y por consiguiente variaciones de presión a la entrada de producto a la máquina empacadora. El dimensionamiento del sistema de tuberías de abasto para la máquina o la línea de producción dependerá del número de máquinas que hayan en la línea y de la velocidad de producción de las mismas, aunque este criterio de dimensionamiento se aplica también para sistemas de alimentación hidroneumático.

- Al utilizar el sistema de dosificación por pistón, las regulaciones que se deben realizar en algunos casos son : la carrera del pistón, para obtener el volumen y/o peso deseado de producto a dosificar y en otros casos el tiempo de dosificación por medio de un temporizador.
- El sistema de dosificación por medio de tornillo sinfin es muy utilizado cuando se empaacan productos en polvo o productos líquidos de alta densidad (salsas, pastas, etc.), éste sistema es de gran exactitud, pero de costo elevado. La dosificación se lleva a cabo por medio de sistemas de control muy precisos (motores paso a paso o motores de AC con sistemas de control de tiempo, contadores de revoluciones y frenado inmediato), para obtener módulos de producto a empaacar de acuerdo a valores preestablecidos por el operador.

4.4 Recomendaciones para el montaje y pruebas del sistema de dosificación

- Al momento del arranque inicial de operación de la máquina empacadora, se debe verificar que no existan fugas en todo el sistema de alimentación de producto a la máquina y también en el elemento dosificador, para evitar en primer lugar pérdidas de producto y en segundo lugar variaciones de peso/volumen en cada módulo de producto empacado.
- El elemento dosificador debe ubicarse lo más cercano posible al lugar donde se depositará el producto a empaacar, para evitar con ello que existan remanentes de

producto en la línea de alimentación o en el tubo de dosificación para evitar que existan variaciones de peso y/o volumen entre cada módulo de producto empaçado.

- Las conexiones eléctricas del elemento dosificador deben ser completamente impermeables, ya que representan un peligro potencial por ser parte del sistema de dosificación cuando se trata de productos líquidos y el cable de alimentación de igual forma debe ser apto para intemperie (TUF, TSJ conocido en nuestro medio como "Cable Vulcan").
- El procedimiento de pruebas para el sistema de dosificación es llevado a cabo al momento de operación de la máquina empacadora, aunque es pertinente verificar el correcto funcionamiento tanto del elemento dosificador así como del sistema de temporización en condiciones de vacío para evitar pérdidas de producto. La verificación de la correcta operación del elemento dosificador se hace de forma auditiva, ya que al momento de ser activada por el temporizador se escucha en el interior de la misma un "clic", lo que indica que ha sido activada y viceversa. Además se debe verificar el correcto funcionamiento del sellado en el elemento dosificador, para evitar fugas indeseadas de producto.

CAPITULO 5

SISTEMA ELECTRICO Y MECANICO DE SELLADO

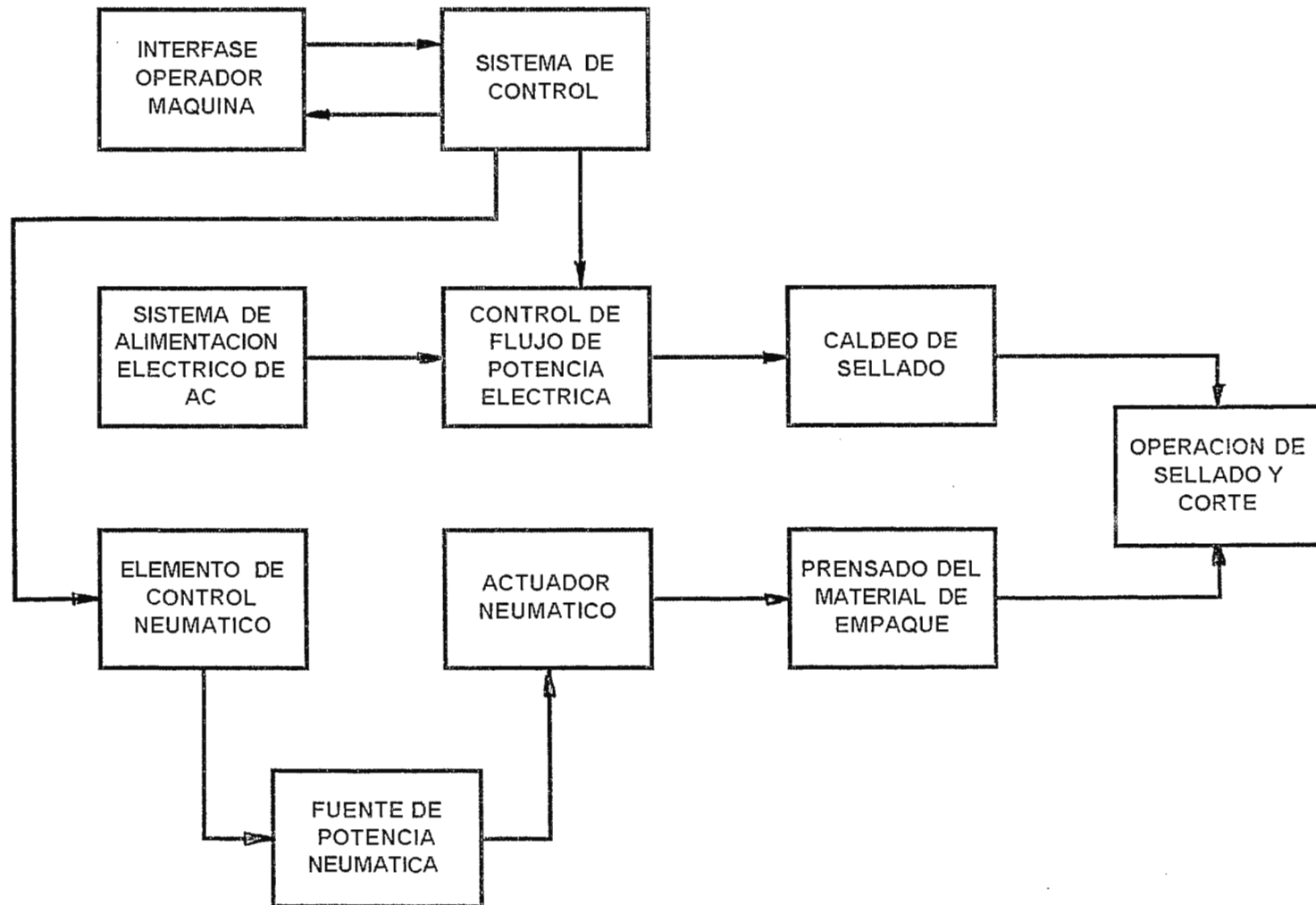
5.1. Diagrama general de bloques del sistema y análisis funcional

De acuerdo al diagrama de bloques de la FIGURA 5.1 se describe a continuación el funcionamiento del sistema de sellado eléctrico y mecánico:

El sistema de control es el encargado de coordinar las funciones que intervienen en el sistema de sellado eléctrico y mecánico, desde el punto de vista de intervalos de tiempo, aunque por medio del interfase operador-máquina se puedan regular las magnitudes de las funciones que maneja el sistema de control. Así por ejemplo: El sistema de control determina el intervalo de tiempo que se enviará el impulso eléctrico para la resistencia de sellado vertical, pero desde la interfase operador-máquina se podrá regular el flujo de potencia que se enviará a dicha resistencia por medio de un control electrónico de regulación de potencia que posteriormente se estudiará en detalle.

Como puede observarse en el diagrama de bloques funcionales el sistema de control interviene en los bloques de control de flujo de potencia eléctrica y en el elemento de control neumático los cuales se refieren a la función de sellado eléctrico y mecánico. En la secuencia funcional del control del flujo de potencia eléctrica, se puede ver que para que

FIGURA 5.1 DIAGRAMA FUNCIONAL DE BLOQUES DEL SISTEMA DE SELLADO ELECTRICO Y MECANICO



dicha función pueda llevarse a cabo de forma normal es necesario contar con un suministro de alimentación de energía eléctrica de CA, la cual es parte del sistema de alimentación de energía eléctrica. Para poder controlar el flujo de potencia eléctrica que se necesita en el elemento calefactor, se cuenta con un regulador de potencia el cual tiene como función principal controlar la cantidad de energía eléctrica que deba suministrarse al elemento calefactor para obtener la mejor calidad de sellado del material de empaque; la función de control de potencia se lleva a cabo por medio de un circuito electrónico, en el que se controla el ángulo de disparo de un tiristor, consiguiendo con ello el control de flujo de potencia entre cada ciclo de máquina, permitiendo obtener regulaciones de potencia tan variables como se deseen dentro del rango de operación del tiristor y del diseño que se implemente.

Luego de ajustado el ángulo de disparo del tiristor (la magnitud de corriente), la energía eléctrica es transferida al elemento calefactor propiamente, el cual consiste en una resistencia plana de nickel (80%)-cromo (20%) (conocida en nuestro medio como resistencia de Nicron) que tiene las siguientes características:

Espesor.....	0.511 mm
Ancho	4.785 mm
Calor Específico	0.107 Cal.gr/°C
Temperatura de operación	2150 °C
Punto de Fusión	2500 °C
Resistencia	0.07 Ohmios/m

Para el caso del elemento calefactor de la mordaza de sellado-corte horizontal, es un alambre cilíndrico de níquel-cromo calibre 24 AWG con las mismas características físicas que la resistencia plana. Ambas resistencias son las encargadas de transferir calor al material de empaque para su sellado y corte como se puede verificar en el diagrama funcional de la FIGURA 5.1.

Sin embargo, para poder realizar la operación de sellado, el sistema de control actúa simultáneamente sobre un elemento de control neumático, como se puede observar en el diagrama funcional de bloques. El elemento de control neumático, se encarga de direccionar el flujo de aire a presión hacia los elementos actuadores neumáticos, a través de la fuente de potencia neumática. La función de prensado del material a sellar es llevada a cabo por medio del movimiento que los elementos actuadores (pistones) transmiten a las mordazas para que éstas últimas hagan contacto directo con el material de empaque, con lo que se complementa la operación de sellado y corte. Vale la pena mencionar que las resistencias de sellado-corte, no hacen contacto directo con el material de empaque, sino que se recubren de cinta de teflón para alta temperatura y que además, se debe proveer a la mordaza de una cubierta de lámina de silicon para alta temperatura, la cual tiene las funciones de aislar la resistencia de la mordaza y de amortiguar el contacto que se produce entre los puntos de sellado.

5.2. Diagramas eléctricos y mecánicos de los sistemas de sellado

Como puede verse en las FIGURAS 5.2A el diagrama electrónico del controlador de temperatura y en los planos de diseño del sistema eléctrico de alimentación, protección y control del Capítulo 7, sección 7.2 en el que se puede observar la conexión eléctrica del controlador de temperatura dentro del sistema eléctrico de control, las FIGURA 5.2B, 5.2C y 5.2D, muestran los sistemas electromecánicos de sellado vertical y horizontal donde se detallan cada uno de los elementos que componen el sistema de sellado vertical y de sellado y corte horizontal y como van acoplados mecánicamente.

5.3. Montaje mecánico

El montaje mecánico de los sistemas de sellado para las máquinas empacadoras de líquidos es importante definirlo, ya que en base a los criterios de selección y montaje que se definan, así se obtendrá el óptimo funcionamiento de los mismos.

Para el caso de los mecanismos, se debe considerar que todos los elementos que tienen movimiento, deberán tener el ajuste necesario que les permita realizar su función sin ningún problema, así por ejemplo: las guías para los elementos actuadores neumáticos (pistones), deberán permitir el libre movimiento de dichos elementos, por lo que deberán estar perfectamente alineados.

FIGURA 5.2A DIAGRAMA ELECTRONICO DEL SISTEMA DE SELLADO Y CORTE

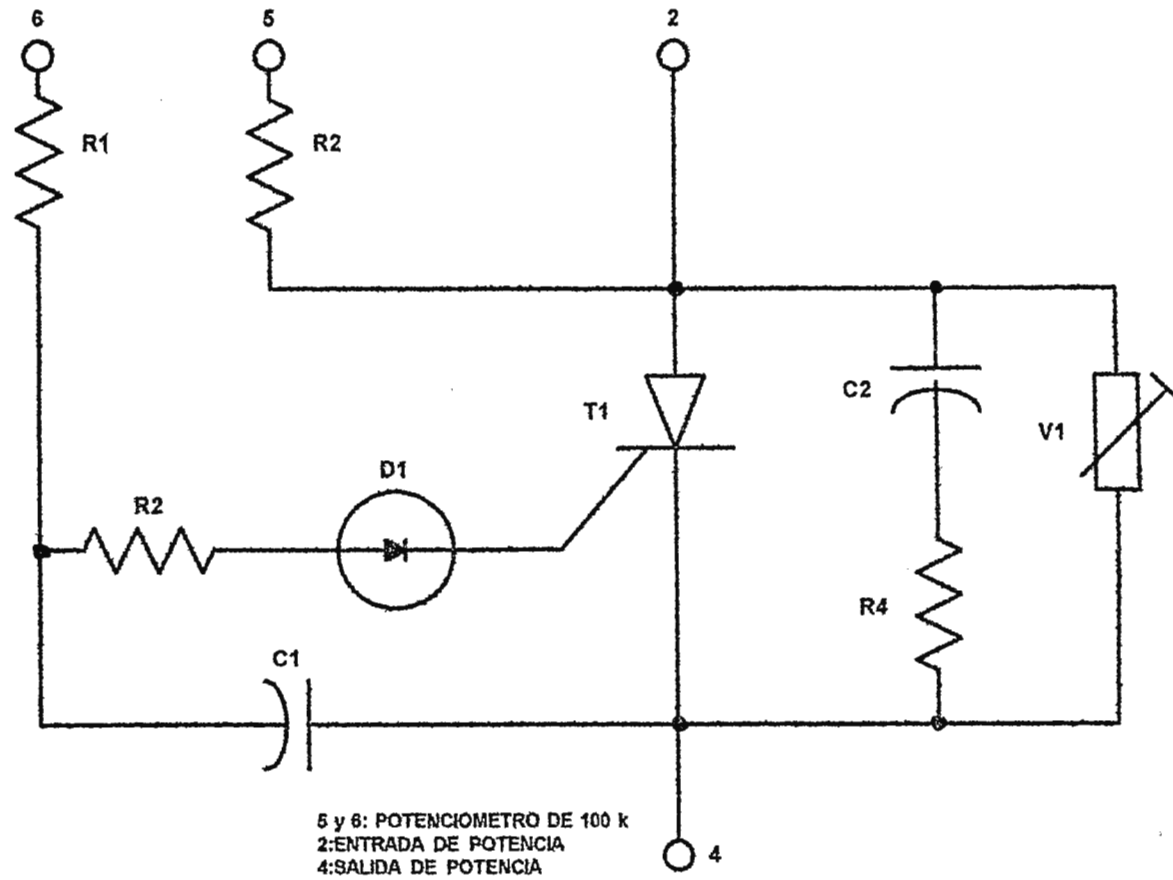
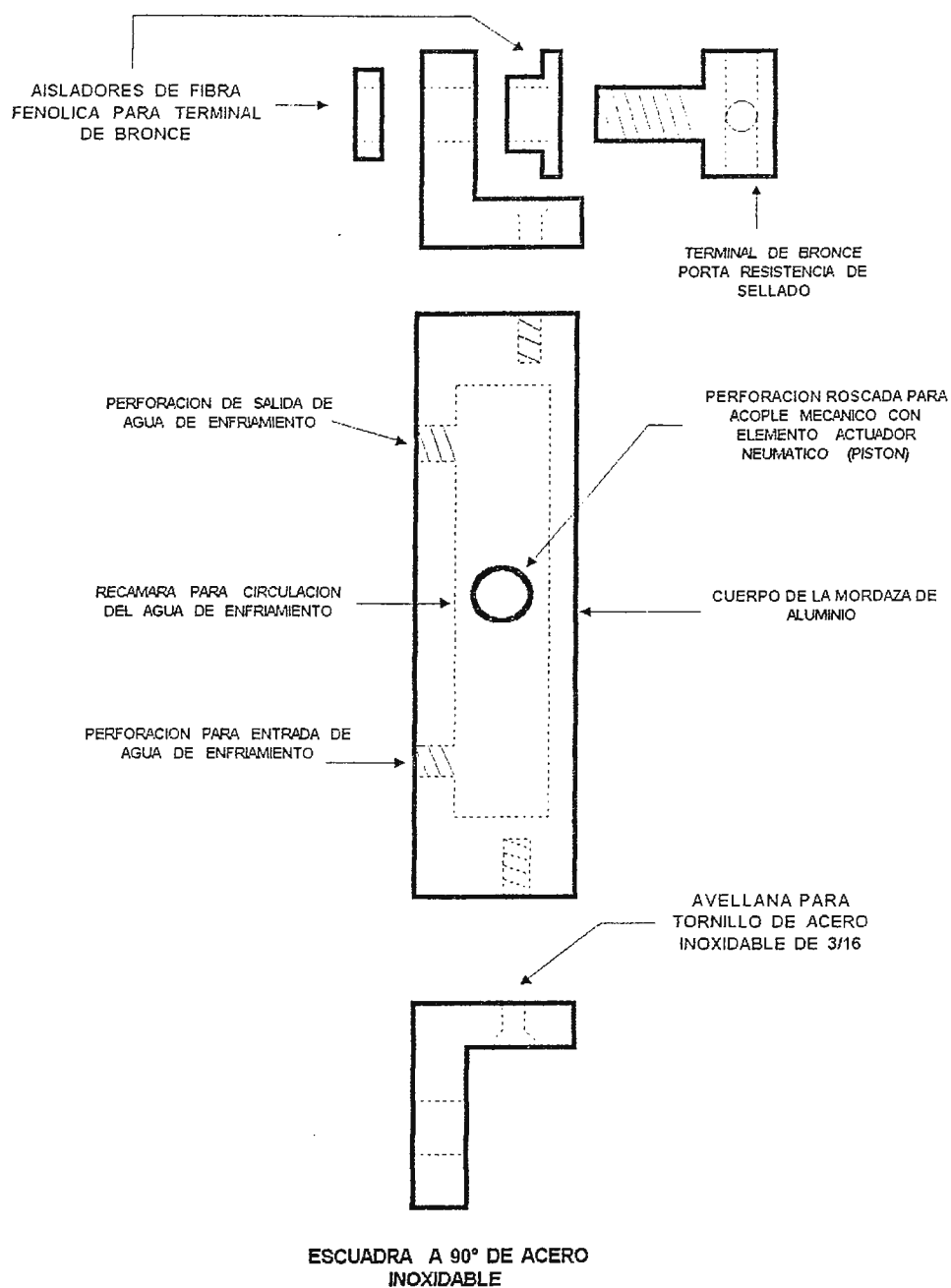
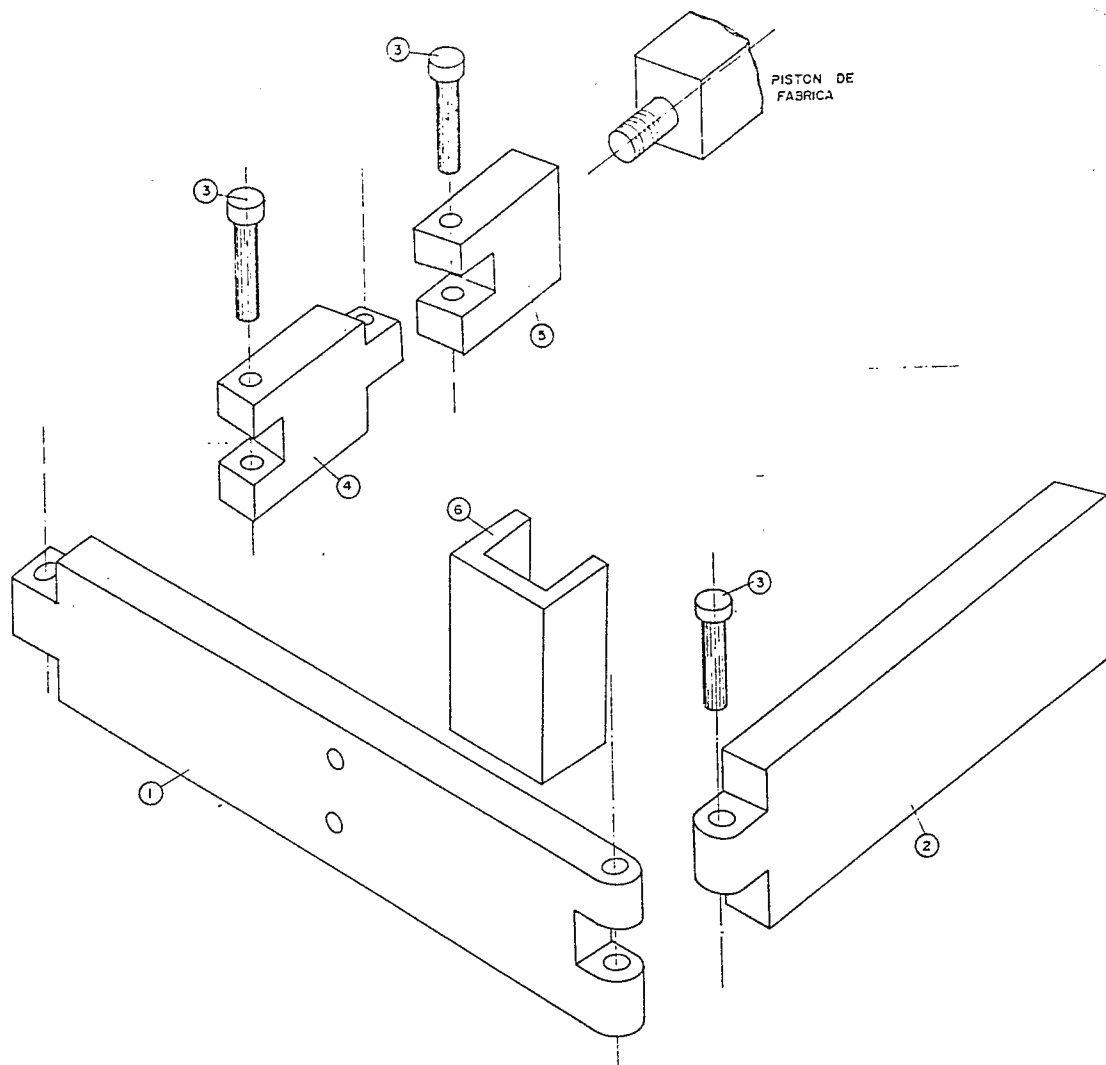


FIGURA 5.2B VISTA DE CONJUNTO DE LOS ELEMENTOS QUE COMPONEN
EL SISTEMA ELECTROMECHANICO DE SELLADO Y CORTE





1. BRAZO PORTA SELLO VERTICAL
2. BRAZO DERECHO SELLO VERTICAL
3. PASADOR
4. BRAZO IZQUIERDO SELLO VERTICAL
5. BRAZO IZQUIERDO (PISTON) SELLO VERTICAL
6. PIEZA PORTA MORDAZA SELLO VERTICAL

FIGURA 5.2C SISTEMA MECANICO DE SELLADO VERTICAL

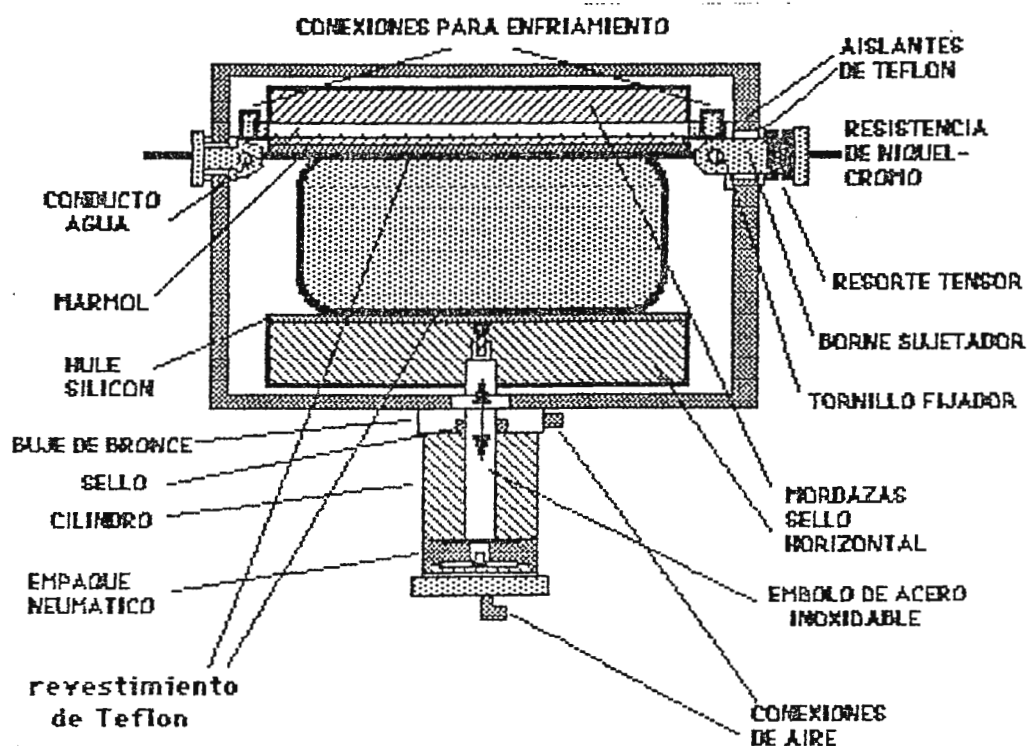


FIGURA 5.2D SISTEMA MECANICO DE SELLADO Y CORTE HORIZONTAL

En el proceso de montaje de los mecanismos se deberá verificar el aprete de todos los elementos de acople: pernos, tornillos, tuercas, pines; así como también, en la parte eléctrica, la correcta conexión de todos los elementos que componen el sistema de sellado. Las tarjetas electrónicas de sellado, deben ser montadas de tal forma que no pueda haber contacto entre ellas y el tablero eléctrico de montaje, por lo que para el caso particular se montan entre bases de aluminio, las cuales se ensamblan en el tablero de montaje eléctrico. A las bases de aluminio (ver FIGURA 5.3A), se les maquina una ranura con un espesor un poco mayor al de la tableta donde van montados los dispositivos electrónicos y con una profundidad tal, que no permita el contacto de la misma con alguna pista de la tarjeta o algún elemento que en ella esté montado.

En la FIGURA 7.4A, Capítulo 7, pag. 144, se muestra un diseño particular (Lay out), del tablero de elementos en el que se puede observar la ubicación de las tarjetas electrónicas de sellado. La finalidad de utilizar las bases de aluminio, tiene básicamente tres propósitos:

- ✓ Ahorrar espacio dentro del tablero de elementos
- ✓ Facilitar la inspección y el desmontaje de las tarjetas para revisiones
- ✓ Proporcionar soporte y aislamiento eléctrico a las tarjetas electrónicas

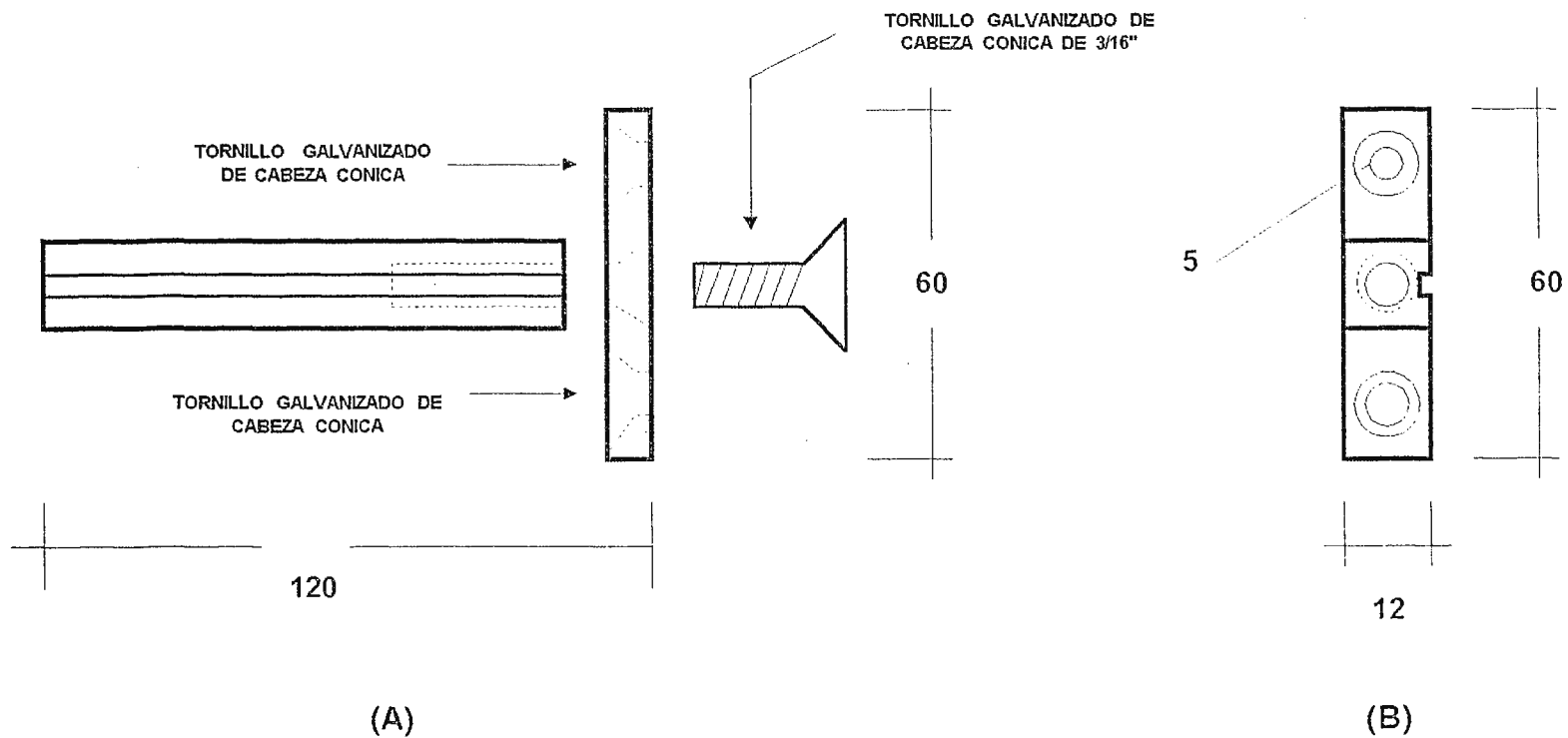


FIGURA 5.3 PIEZA DE SOPORTE DE TARJETAS ELECTRONICAS EN EL TABLERO DE ELEMENTOS , (A) VISTA LATERAL; (B) VISTA FRONTAL.

MATERIAL : ALUMINIO
CANTIDAD: 8 UNIDADES
COTAS: EN MM

5.4. Criterios de selección y diseño del controlador de temperatura

El propósito del controlador de temperatura, es controlar el flujo de potencia hacia los elementos calefactores. La energía disipada por estos elementos es consumida por el material de empaque que se desea fusionar y la otra es calor excedente que se debe eliminar, para poder dimensionar adecuadamente la unidad de enfriamiento que se utilizará para mantener las mordazas de sellado a una temperatura por debajo de la temperatura ambiente. Se debe mencionar que para elegir y diseño el sistema de sellado eléctrico, se debe determinar, el tipo de material de empaque que se utilizará (si se tratará de polietileno u otras combinaciones con aluminio, celofán, polipropileno, surlyn o resinas termosellables); para determinar que tipo de sistema de sellado es el más conveniente. Por ejemplo si se trata de polietilenos monocapa, se elige el sistema de sellado por impulsos y se trata de polietileno laminado con aluminio se elige el sellado por mordaza permanentemente caliente, la cual obviamente, no necesita de un sistema de enfriamiento, aunque posee la desventaja que presenta un peligro potencial para el operador de la máquina.

5.4.1. Cálculo de la cantidad de calor consumido por el material de empaque para obtener un sellado efectivo

Este será definido por la cantidad de materia a fusionar que esta definido por los siguientes datos:

Espesor típico del material de empaque	$1.53 \times 10^{-4} \text{ m}$
Anchura del área a sellar (de la resistencia)	$4.78 \times 10^{-3} \text{ m}$
Longitud de sellado	0.17 m
Densidad del material de empaque	960 Kg/m^3
Calor específico del material de empaque	$1 \text{ kCal/Kg-}^\circ\text{C}$
Temperatura de fusión	120°C
Temperatura Ambiente	25°C

Como primer paso se debe calcular la masa del material de empaque que se va a fundir:

$$M = \text{Densidad} \times \text{Volumen}$$

$$M = 960 \text{ Kg/m}^3 \times (\text{Longitud} \times 2 \times (\text{espesor}) \times \text{ancho}) \text{ del material de empaque}$$

$$M = 960 \times 0.17 \times 2 \times (1.53 \times 10^{-4}) \times 4.78 \times 10^{-3}$$

$$M = 2.387 \times 10^{-4} \text{ Kg}$$

Para luego calcular la cantidad de calor necesaria para poder fundir dicha masa como se muestra a continuación, de acuerdo a la ecuación:

$$Q = M.C.\Delta T$$

Donde:

Q : Cantidad de calor. (Kcal- por hora de flujo)

M: Masa del material que se desea fundir (Kgr)

C: Calor específico del material a fundir (Kcal/Kg-°C)

ΔT : Cambio de temperatura que experimentará el material a fundir
(°C)

Entonces:

$$Q = 0.2387 \times 10^{-4} \times 1 \times (120 - 25)$$

$$Q = 0.002267 \text{ Kcal}$$

$$Q = 2.2676 \text{ Cal}$$

Por lo que será necesario aplicar una cantidad de calor equivalente a 2.26 Cal para poder fundir el material de empaque anteriormente especificado. Como se sabe que el ciclo de máquina típico es de dos segundos y el tiempo de sellado es de aproximadamente de un segundo se asumirá que se están consumiendo 2.26 cal por cada ciclo de máquina, para lo que se aplican las conversiones:

$$(\text{cal-seg}) = 1.16 \times 10^{-3} (\text{kW})$$

$$1(\text{kW}) = 14.33 (\text{Cal-min})$$

Luego:

$$2.24 \text{ Cal/seg} \times 1.1616 \text{ W} = 2.5984 \text{ Watts por segundo.}$$

Sin embargo para poder transferir esta cantidad de energía al material de empaque, los elementos resistivos tienen que alcanzar una temperatura de trabajo que esta influenciada por la absorción de calor de las piezas metálicas de las mordazas de sellado además de otros elementos como el aislante eléctrico entre el elemento calefactor y la mordaza; por lo que los fenómenos de transferencia de calor y consumo de potencia requieren un análisis termodinámico que está fuera del alcance y objetivos del presente trabajo; sin embargo experimentalmente se ha determinado que con pulsos de 0.3 kW se obtiene una fusión adecuada del material de empaque; además para tener un mayor conocimiento de las características eléctricas del elemento calefactor se mencionan y se hace el cálculo teórico:

Resistencia por unidad de longitud: 0.4437 Ohmios/metro

Longitud aproximada de resistencia en la mordaza : 0.17 m

Resistencia = 0.07544 Ohmios

Los elementos calefactores son alimentados a través de dos transformadores que poseen las siguientes características:

Voltaje de entrada : 220 VAC

Voltaje de salida: 24-48 VAC

Potencia: 750 VA

Corrientes: 3.4-31.25/15.62 Amps

Si se aplicase el 100% del ciclo de potencia que el transformador puede entregar, la potencia disipada por la resistencia sería:

$$P = V^2 / R \text{ (Watts)}$$

$$P = (24)^2 / 0.07544$$

$$P = 7635.20 \text{ Watts}$$

Comparando este resultado con los 0.3 kW de consumo normal, se puede determinar el ángulo de conducción por semiciclo necesario para que el flujo de potencia sea de este valor; el cálculo para operación discontinua de conducción, es el siguiente:

Se considerarán a los elementos calefactores como una carga puramente resistiva, por lo que para efectos de cálculo:

$$Z = R; \text{ ángulo de desfase} = 0^\circ$$

$$i = \frac{\sqrt{2} * V}{R} * \text{Sen } \omega t \text{ (Amps)}$$

$$\psi \leq \omega t \leq \pi \text{ (Rad)}$$

El valor normalizado del promedio de la corriente rectificada es:

$$I_n = \frac{1}{2\pi} \int \sin \omega t \, d(\omega t) = \frac{1 + \cos \psi}{2\pi}$$

El valor normalizado rms de la corriente es:

$$I_{RN} = \left[\frac{1}{2\pi} \int \sin^2 wt d(wt) \right]^{1/2}$$

$$I_{RN} = \left[\frac{1}{4\pi} * \pi - \psi + \frac{\sin 2\psi}{2} \right]^{1/2}$$

En las FIGURAS 5.4B y 5.4C, se grafican los valores de I_{rn} vrs. α para $\psi = 0$, y sabiendo que:

$$I_{BASE} = \frac{\sqrt{2} V}{Z} \text{ (A)}$$

$$I_O = I_N \times I_{BASE} ; I_R = I_{RN} \times I_{BASE}$$

Se tiene que la potencia consumida en la carga:

$$P = I_R^2 \times R \text{ (Watts)}$$

$$P = 0.3 \text{ Kw.}$$

Para el caso particular nuestro ($V = 24$ Voltios), entonces:

$$I_{BASE} = \frac{\sqrt{2} V}{R} = \frac{\sqrt{2} * 24}{0.07} = 484.87 \text{ [amps]}$$

Luego:

$$P = I_R^2 \times R$$

Entonces:

$$I_R^2 = \frac{P}{R} = \frac{300}{0.07544} = 4285.7$$

$$I_R = \sqrt{4285.71} = 65.465 \text{ [Amps]}$$

De las ecuaciones anteriores:

$$I_{RN} = \frac{I_R}{I_{BASE}} = \frac{65.465}{484.87} = 0.135 [Amps]$$

Con este valor de corriente nos referimos al grafico de la FIGURA 5.4B, para poder determinar el ángulo de conducción del tiristor, el cual reflejado en la curva de factor de potencia unitario, es decir $\psi = 0$, se tiene un ángulo de conducción para el triac a partir de 130° , para obtener una potencia en el elemento calefactor de 300 Watts, al momento de efectuarse la operación de sellado.

No se debe perder de vista que la curva que se ha considerado para obtener los resultados anteriores es de un SCR . Para el caso del elemento calefactor circular, el cual tiene una resistencia de 0.897 Ohmios, en una longitud de 17 cm; y considerando la misma potencia de consumo (300 Watts, con 24 voltios de alimentación), se tiene los ángulos de disparo para el SCR de:

$$I_{BASE} = \frac{\sqrt{2} * 24}{0.897} = 37.83 [Amps]$$

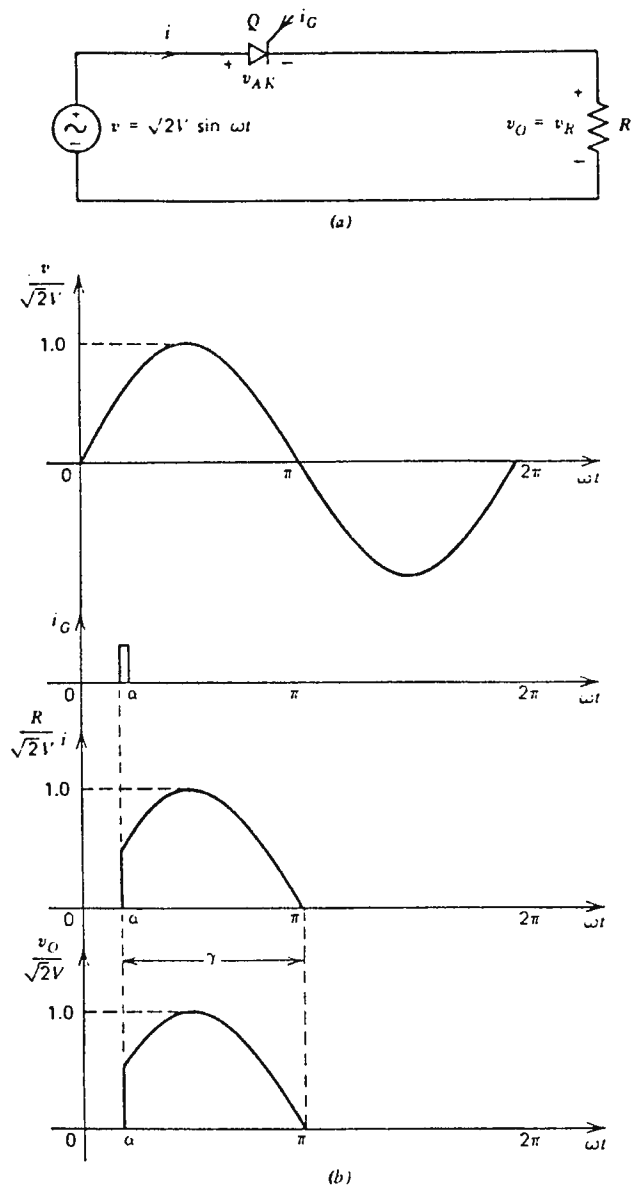


FIGURA 5.4A RECTIFICADOR DE MEDIA ONDA CON CARGA RESISTIVA

$$I_R^2 = \frac{P}{R} = \frac{300}{0.897} = 334.44 \text{ (amps)}$$

$$IR = \sqrt{334.44} = 18.28 \text{ (amps)}$$

$$I_{RN} = \frac{18.28}{37.83} = 0.4832 \text{ (amps)}$$

Con este valor se consigue la conducción del TRIAC a partir de los 45° aproximadamente para el semiciclo positivo, de acuerdo a la FIGURA 5.4B.

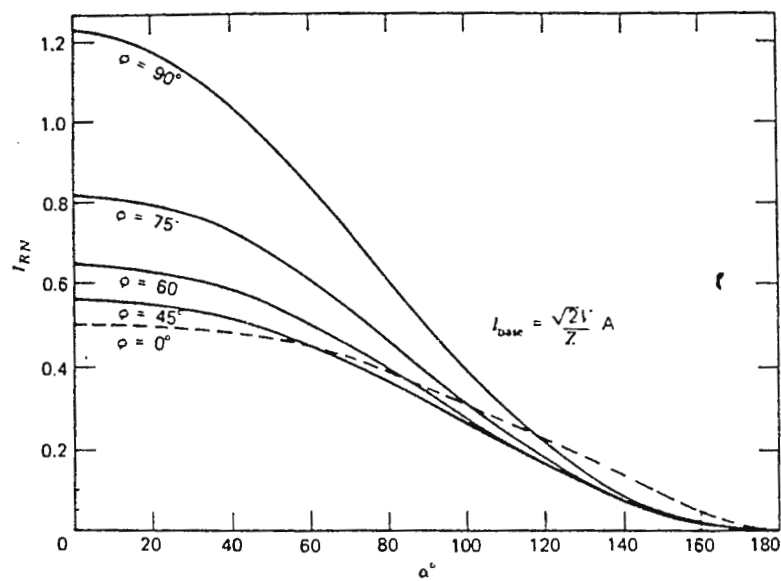
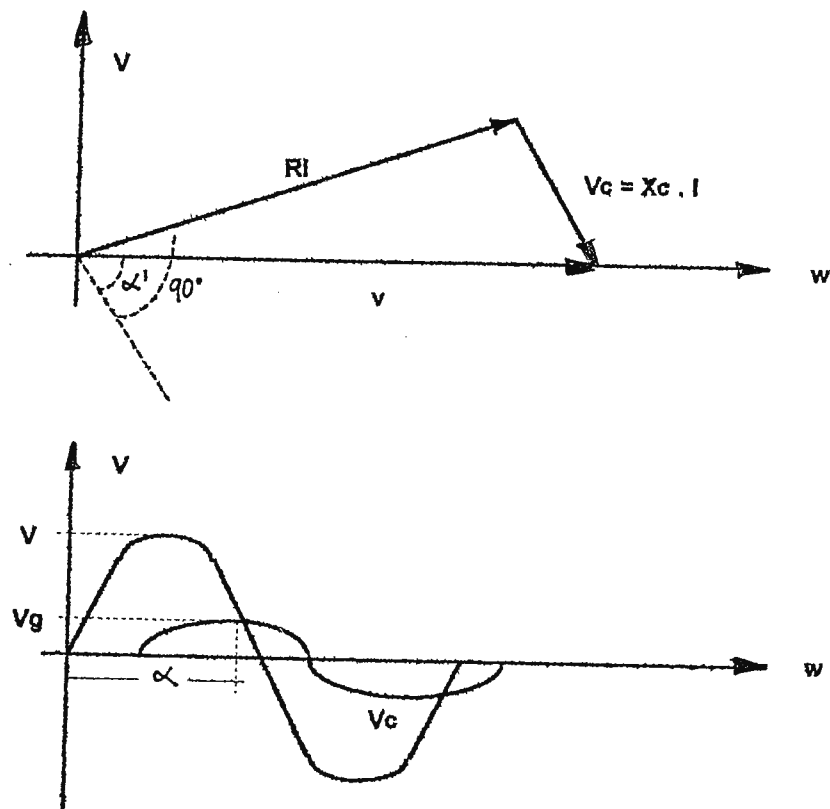


FIGURA 5.4B Gráfico de I_{RN} vs. α para el circuito de la FIGURA 5.4A

Para obtener el ángulo de conducción óptimo, se tendrá que calcular el circuito de control de fase para el tiristor que controla el flujo de potencia a los elementos calefactores, por lo que se procederá de la siguiente forma:

Para el control de potencia se necesita barrer un ángulo de retardo α desde 90° a 172° aproximadamente. Para α máximo se presenta el diagrama fasorial siguiente:



Condiciones:

RI: Grande

XcI: Pequeño

α' : Grande = $90^\circ - \theta$

θ pequeño = $\text{Atan } X_c/R$

$\alpha = 90 + \alpha'$

Para un tiristor con:

$I_G = 10 \times 10^{-3}$

$V_G = 2 \text{ V}$; se tiene

$R_G = (2/10) 10^{-3} = 200 \text{ Ohmios}$

Para garantizar el encendido del tiristor, C_1 y R_G deben tener una constante de tiempo de al menos 30×10^{-6} segundos. entonces: $T_1 = C_1 \cdot R_G = 30 \times 10^{-6} \text{ seg.}$

$$C_1 = \frac{30 \times 10^{-6}}{200} = 0.15 \mu\text{F}$$

$$X_c = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2\pi 60 (0.15 \times 10^{-6})} = 17684 \text{ Ohmios}$$

Si $\theta = 8^\circ$; pequeño, entonces: $\alpha = 90 + 82 = 172^\circ$

$\tan 8^\circ = 0.13858 = X_c/R = 17684/R$

Entonces: $R = 127600 \text{ Ohmios}$

Para un α menor, V_c tiende a ponerse en fase con V y además V_c tiende a incrementarse a medida que V_R disminuye (al disminuir el valor de R de la red RC de disparo), manteniendo la relación:

$$\sqrt{V_R^2 + V_C^2} = V$$

Con un potenciómetro de 100k y $R_1 + R_2 = 27.6k$, se tiene:

$$R_1 = 5.6k$$

$$R_3 = 22k$$

$$\text{Potenciómetro} = 100k$$

$$C_1 = 0.15 \text{ mF.}$$

R_2 cumple el propósito de limitar I_G a un valor seguro y puede ser similar pero menor que $R_G = 200 \text{ Ohmios}$, o sea $R_2 = 100 \text{ Ohmios}$.

El diodo es un rectificador, V_1 es un varistor para eliminar los picos de voltaje excesivos y R_4 y C_2 forman una variante de una red Snubber para evitar el efecto del dv/dt y su constante de tiempo debe ser mayor que 30 microsegundos (criterio general de diseño para el pulso de la compuerta para poder hacer conducir a un tiristor con corriente continua), que supera el tiempo máximo de encendido del tiristor. Si $R_4 = 150 \text{ Ohmios}$, $C_2 = 0.22 \text{ micro faradios}$ porque:

$$0.22 \times 10^{-6} \times 150 = 33 \text{ microsegundos}$$

**LISTADO DE ELEMENTOS Y MATERIALES PARA CONSTRUIR EL
CONTROLADOR DE TEMPERATURA.**

CANT	DENOMIN.	DESCRIPCION	PRECIO(€)
1	D1	DIODO 1N4001	8
1	T1	TIRISTOR NTE 5695, $I_{T(RMS)}=40\text{Amps. } 400\text{V}$	150
1	C1	CAPACITOR 0.15 mF, 600V	12
1	V1	VARISTOR NTE 524V5	36
1	R1	RESISTENCIA 5.6k; $\frac{1}{2}$ Watt, 5%	1,5
1	R2	RESISTENCIA 100 Ohmios, $\frac{1}{2}$ Watt, 5%	1,5
1	R3	RESISTENCIA 22K; $\frac{1}{2}$ Watt, 5%	1,5
1	R4	RESISTENCIA 150 Ohmios, $\frac{1}{2}$ Watt, 5%	1,5
1	P1	POTENCIOMETRO 100 kOhmios	10
1		Regleta de conexiones para circuito impreso	16
1		Retazo de tableta para impreso con cubierta de cobre en una cara	18
3		onzas de percloruro de hierro	36
5		Yardas de estaño 60/40	25
TOTAL			316,00

5.5. Proceso de fabricación y montaje de las tarjetas electrónicas de control de temperatura.

En el diagrama de flujo de la FIGURA 5.5A , se muestran los pasos a seguir para la fabricación de la tarjeta electrónica del controlador de temperatura y en la FIGURA 5.5B se muestra el flujograma para la fabricación de tarjetas electrónicas en general.

FIGURA 5.5A DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL DISEÑO Y CALCULO DE LA TARJETA DE CONTROL DE TEMPERATURA

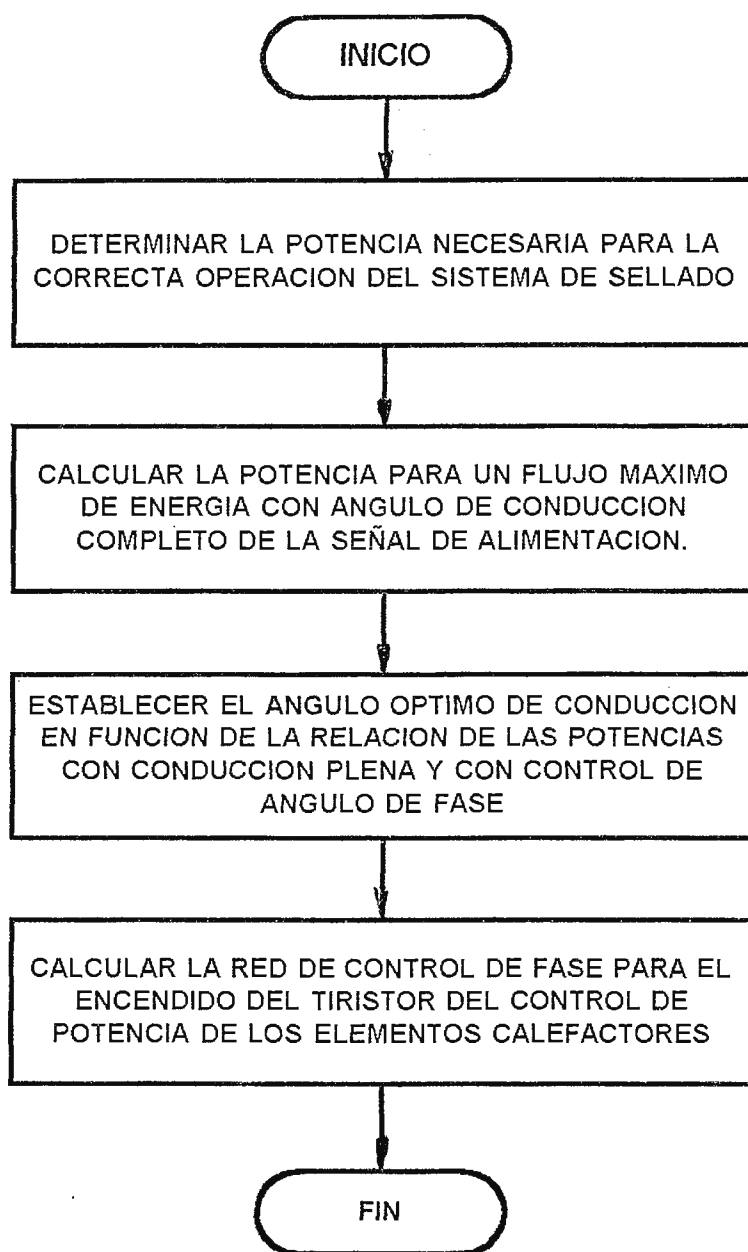
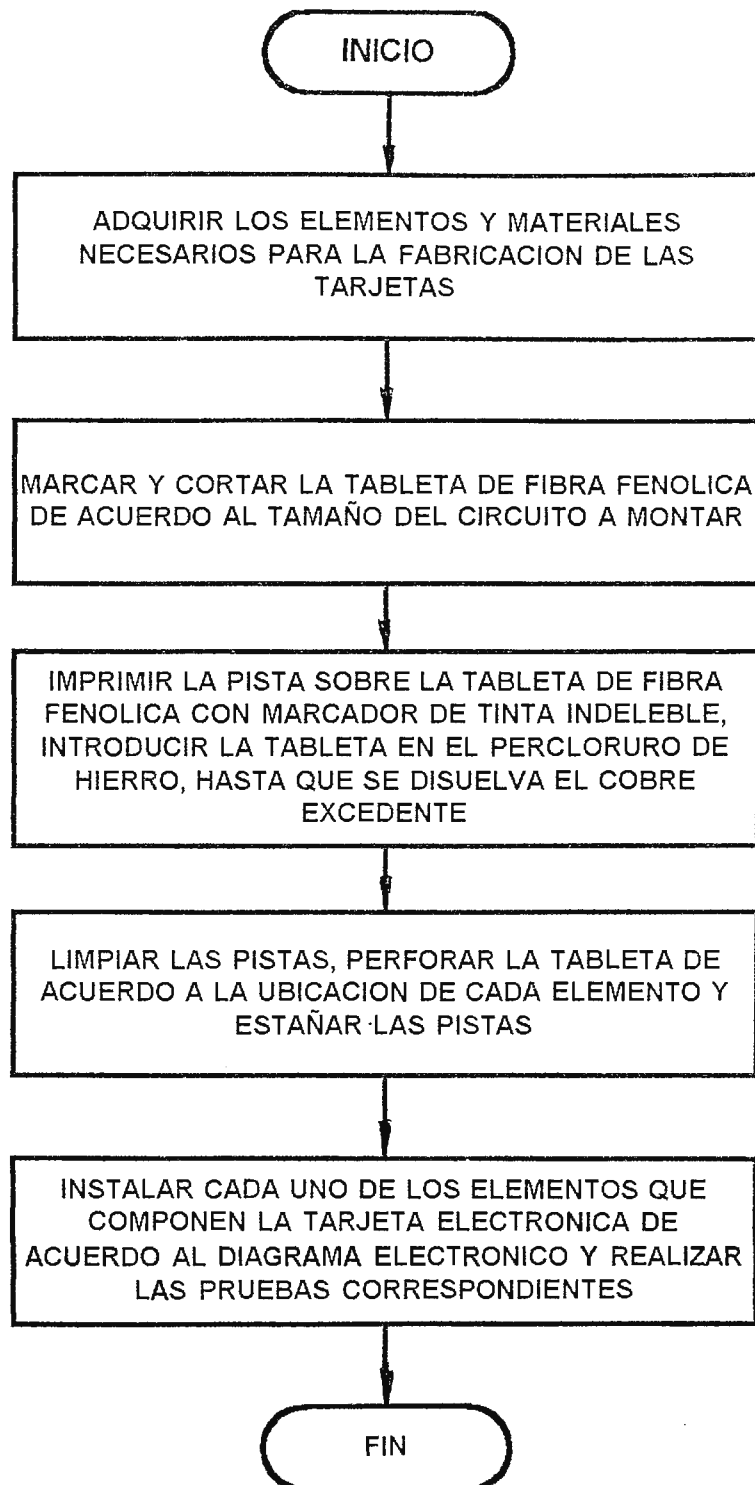


FIGURA 5.5B DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA FABRICACION DE
TARJETAS ELECTRONICAS (FOTOCELDA, SELLADO Y VELOCIDAD)



5.6. Recomendaciones para montaje y pruebas de los sistemas de sellado eléctrico y mecánico.

Para obtener el funcionamiento óptimo de los sistemas de sellado en las máquinas empacadoras de líquidos, es necesario considerar los siguientes puntos:

- Verificar con un multímetro, en la función de medición de continuidad, que no haya ningún punto del circuito de alimentación de energía eléctrica que esté en contacto con el chasis de la máquina, antes de proceder a realizar las pruebas ya con los circuitos energizados. La verificación debe ser en cada punto del sistema, así: verificar que los elementos calefactores no hagan contacto con las mordazas, al igual que los elementos de soporte de los elementos calefactores. Verificar los voltajes de entrada y salida en los transformadores de sellado y que no hayan falsos contactos ni contactos directos con el chasis de la máquina. Verificar sin energía todo el recorrido del cableado del sistema de sellado. Verificar el buen estado de los elementos de maniobra de todo el sistema de sellado (manetas, microswitch, relés y focos de señalización).
- El montaje de los transformadores de sellado se recomienda que sea de forma vertical a unos centímetros arriba sobre el nivel de la base del gabinete de máquina, ya que en el caso de que entrara humedad al interior del gabinete, los transformadores se encuentren aislados de la humedad, por razones de seguridad del operador.

- La distancia de montaje de la mordazas de sellado vertical respecto al tubo formador debe ser tal que la carrera del actuador neumático (pistón) no exceda en 1/8" el punto de contacto, para evitar una deformación del tubo formador y por lo tanto un desajuste del sistema de formación del material de empaque. Para el caso de las mordazas de sellado-corte horizontal, se debe considerar una carrera de pistón que permita el libre paso de las unidades de producto empaquetado entre ellas.
- Es indispensable que las caras de las mordazas de sellado que hacen contacto, se cubran con una capa de lámina de silicon para altas temperaturas, con un espesor mínimo de 5 mm. Luego se debe cubrir dicha lámina con una capa de cinta teflón para evitar el contacto directo con el elemento calefactor.
- El elemento calefactor debe limpiarse exhaustivamente antes de ser instalado en los electrodos de soporte y se le debe dar una tensión adecuada, debe quedar centrado y en línea con la mordaza al momento de su instalación para obtener la mejor calidad de sellado.
- El conductor más recomendado para hacer llegar la energía desde los transformadores de sellado a los elementos calefactores, es el cable con aislante de neoprene, el calibre lo determinará la potencia que disiparán los elementos calefactores.
- Se deberá verificar físicamente el aprete de todos los elementos de acople (tuercas, tornillos, prisioneros, pines), antes de proceder a las pruebas de funcionamiento y que todos los elementos que componen el sistema de sellado estén alineados correctamente.

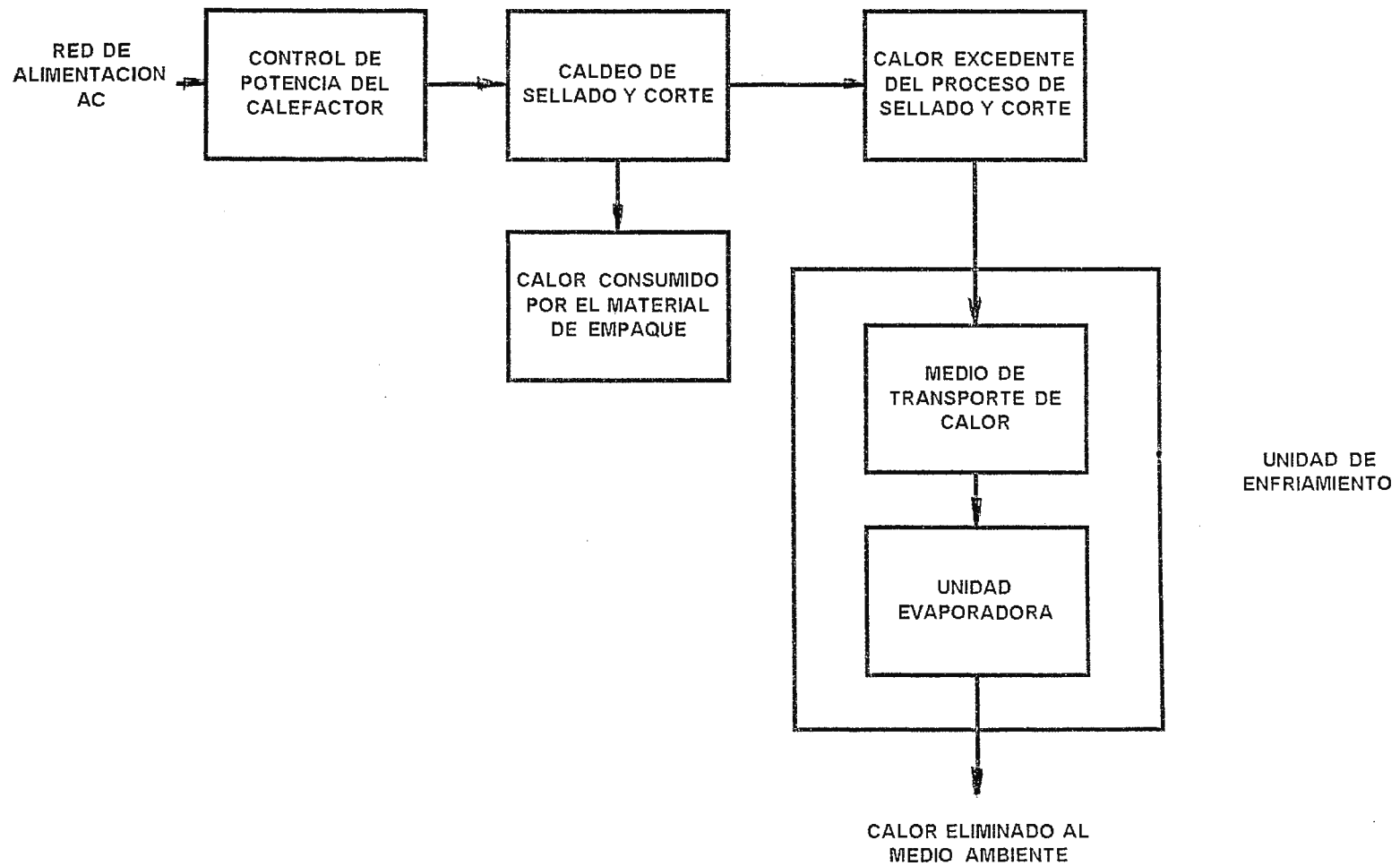
CAPITULO 6

SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

6.0 Diagrama general de bloques de sistema y análisis funcional

Como puede observarse en el diagrama de la FIGURA 6.1, como función de entrada se encuentra el sistema de alimentación de corriente alterna, el cual provee de energía al sistema de control de potencia para los elementos calefactores, que da lugar a la función de caldeo de sellado y corte del material de empaque. En cada ciclo de máquina se produce una señal para activar el sistema de sellado, en la que se dividen dos cantidades de calor, la primera es la cantidad de calor que el material de empaque absorbe para su correcta fusión y la otra es el calor excedente disipado por las resistencias de sellado en cada ciclo de máquina, éste último parámetro es el que se considera para efectos de cálculo de la capacidad de la unidad de enfriamiento. La unidad de enfriamiento, de acuerdo al diagrama de bloques de la FIGURA 6.1, está compuesto por dos bloques funcionales denominados: el primero, medio de transporte de calor (agua), el cual tiene como función principal absorber todo el calor excedente generado en la función de caldeo de sellado y corte y llevarlo hacia un lugar donde será transferido a otro medio que se encargará de descargarlo al medio ambiente, además de la función anteriormente mencionada, funciona como sistema de seguridad para el operador de la máquina empacadora de líquidos.

FIGURA 6.1 DIAGRAMA FUNCIONAL DE BLOQUES DE LA UNIDAD DE ENFRIAMIENTO



La unidad de enfriamiento propiamente consiste en un sistema cerrado que absorbe, transfiere y descarga el calor generado en las mordazas de sellado hacia el medio ambiente; en el proceso de enfriamiento se producen dos fenómenos termodinámicos de transferencia de calor, el primero se lleva a cabo en las mordazas de enfriamiento, ya que el calor exedente es absorbido por el medio de transporte de calor el cual es movido a través de las mordazas y de un sistema de tuberías por medio de una bomba con un caudal determinado, hacia un reservorio en donde se realiza la segunda transferencia de calor que va del medio de transporte de calor hacia el gas refrigerante de la unidad de enfriamiento; el calor transferido al gas refrigerante es transportado hacia el elemento condensador de la unidad de enfriamiento y es inyectado al medio ambiente por medio de un sistema de ventilación forzado el cual es parte de la misma unidad condensadora.

Analizando los fenómenos de transferencia de calor se puede deducir que se producen cambios de temperatura, que permiten dimensionar las unidades de enfriamiento de acuerdo a los rangos de temperatura que se establezcan por el diseñador de la unidad, así:

$$\Delta T_1 = [T_{DESCARGA} - T_{INYECCION}]$$

Donde:

ΔT_1 : Cambio de temperatura (°C)

$T_{DESCARGA}$: Temperatura a la que sale el medio de transporte de calor luego de pasar por las mordazas de sellado (°C).

$T_{INYECCION}$: Temperatura a la que entra el medio de transporte de calor al momento de entrar a las mordazas de sellado ($^{\circ}C$).

Para el caso particular que se considera en el presente trabajo se considera que el cambio de temperatura que debe experimentar el medio de transporte de calor es de $3^{\circ}C$, éste valor es un dato importante para el cálculo del dimensionamiento de la unidad de enfriamiento.

La segunda transferencia de calor se produce en el reservorio de medio de transferencia de calor, así:

$$\Delta T_2 = [T_{AMB} - T_{MTC}]$$

Donde:

ΔT_2 :Cambio de temperatura ($^{\circ}C$)

T_{AMB} : Temperatura promedio del medio donde se instalará la máquina empacadora de líquidos ($^{\circ}C$).

T_{MTC} : Temperatura en el reservorio del medio de transporte de calor ($^{\circ}C$).

Se establece para efectos de dimensionamiento, que la diferencia de temperatura es de $10^{\circ}C$, lo que significa que la temperatura del medio de transporte de calor (agua), debe ser inferior en $10^{\circ}C$ a la temperatura del medio en que se encuentre instalada la MEL,

además este valor se utilizará para dimensionar y elegir el rango de operación del control de temperatura que se instalará a la unidad de enfriamiento.

6.1. Principios fundamentales para el dimensionamiento de los sistemas de enfriamiento

El sistema de enfriamiento consiste básicamente en un sistema intercambiador de calor de varias etapas. La primera etapa comprende la transferencia de calor entre las mordazas y el medio de transporte de calor (agua), en esta etapa es necesario establecer la diferencia de temperatura entre la entrada y la descarga del agua de enfriamiento en la mordaza. Esta diferencia de temperatura depende de la cantidad de calor a eliminar y del volumen de agua que hay que hacer circular por la mordaza por unidad de tiempo. Por lo tanto la cantidad de calor que será removido de las mordazas por el líquido de enfriamiento es:

$$Q = M.C.\Delta T$$

Donde:

Q : Cantidad de calor en kilo calorías por hora de flujo

M : masa del material a fundir en Kg

C : Calor específico del material a fundir en (Kcal-gr) / °C

ΔT : Cambio de temperatura que sufre el material a fundir en °C

Pero el calor generado por el elemento calefactor en las mordazas depende de la potencia suministrada por el circuito de control de potencia, el cual proporciona una potencia en kW por pulso (P_1') en cada ciclo de máquina un pulso de medio ciclo de valor P_1' ; por lo tanto la energía total disipada por el elemento calefactor en n ciclos de máquina en una hora será:

$$n \times P_1' \text{ (kW-h)} = E_1 \text{ (energía transformada en calor)}$$

expresada en BTU-hora:

$$E_1 \text{ (kW-hora)} \times 3413 = \text{BTU-hora}$$

Como se trata de dos mordazas por lo general la energía calórica total a eliminar será:

$$(E_1 + E_2) \times 3413 = \text{BTU-hora}$$

Donde:

E_1 = Energía disipada en la mordaza vertical

E_2 = Energía disipada en la mordaza horizontal

3413 = Constante de conversión de kW-h a BTU-hora

Este valor de BTU se debe multiplicar por un factor de seguridad para garantizar que la unidad compresora de gas refrigerante no operará de forma continua. El factor de seguridad dependerá del ciclo de trabajo que se defina para la unidad compresora, como criterio general se toma 1.20, por lo tanto la capacidad de la unidad de enfriamiento debe ser:

$$(E1 + E2) \times 3413 \times (F.S.=1.25) = \text{BTU de dimensionamiento}$$

Adicionalmente, el sistema de enfriamiento requiere de una bomba que haga recircular el medio de transporte de calor (agua). Se deduce del resultado de la fórmula anterior que se necesita de una masa de recirculación de agua de:

$$M = \frac{Q}{C \cdot \Delta T}$$

$$M = \text{Kcal} / ((\text{Kcal/Kg} \cdot ^\circ\text{C}) \times ^\circ\text{C})$$

$$M = \text{Kg}$$

Como la densidad del agua es de: 1 Kg/litro, la masa total de agua que se necesita que fluya a través de las mordazas es el valor de M expresado en litros-hora. Para el dimensionamiento de la bomba se utilizará este valor ya que la bomba debe funcionar de forma permanente ya que este será el valor mínimo de masa de agua que se encargará de recircular la bomba, para que no exista un incremento de temperatura en las mordazas. Por lo tanto, una bomba que haga circular una cantidad ligeramente mayor de agua será adecuada para los propósitos del sistema de enfriamiento.

Como la unidad de enfriamiento necesita tener su evaporador totalmente sumergido en el medio de transporte de calor (agua), se debe disponer de un reservorio con el volumen suficiente para contener al evaporador, el agua, la bomba y otros elementos adicionales como la unidad termostática. Bajo este criterio se puede considerar un volumen apropiado

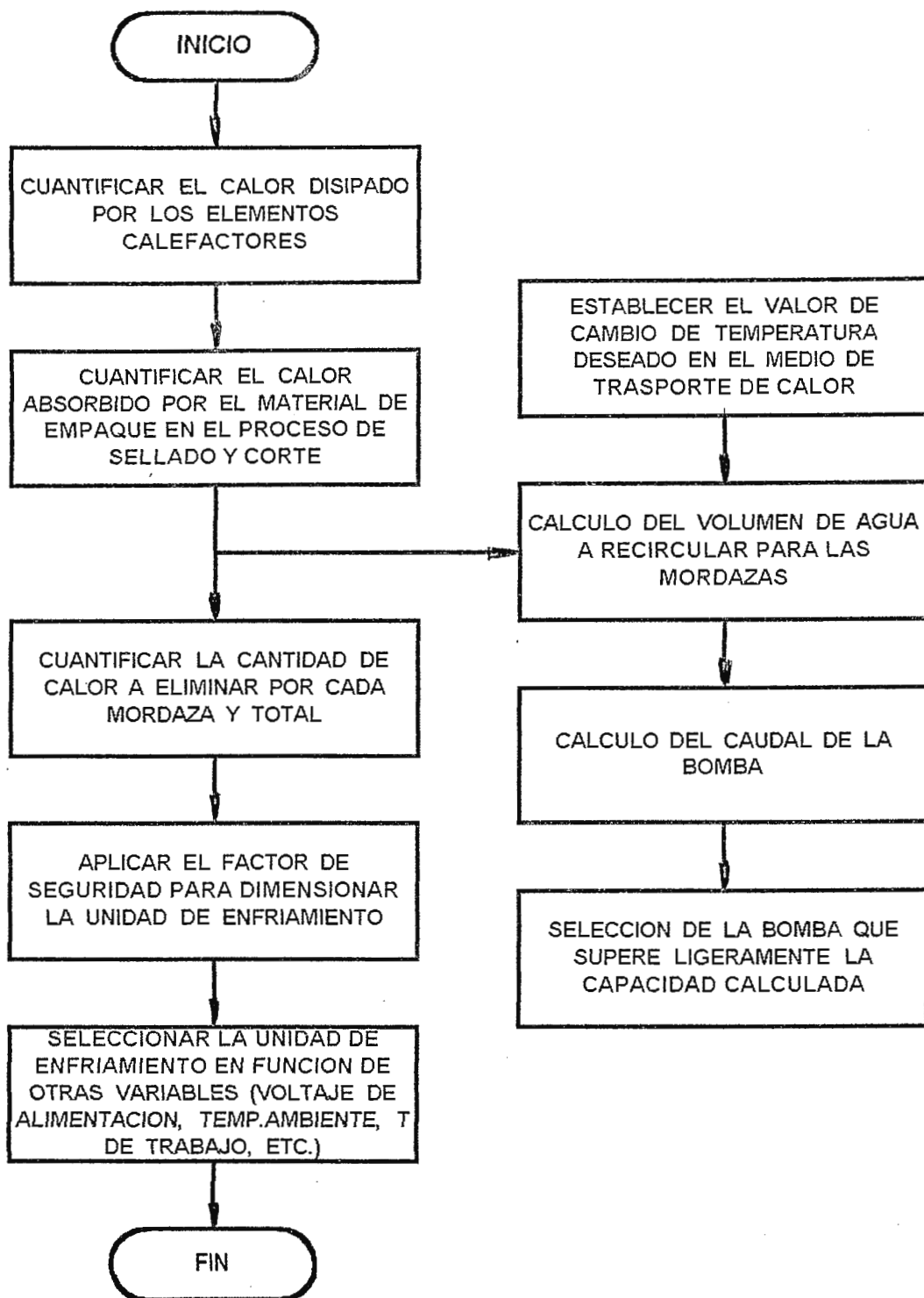
de agua en dicho recipiente, cuyo valor no es crítico, pero está limitado por el espacio disponible en el interior del gabinete de la máquina, destinado para la unidad de enfriamiento.

La única influencia del volumen de agua sobre el funcionamiento de la unidad de enfriamiento, es que, cuanto menor sea el volumen de agua, más corto serán los intervalos en que funcionará la unidad compresora y también los intervalos de tiempo que pasará inactiva. En cuanto mayor sea el volumen de agua, la frecuencia de encendido y apagado sería menor, pero en términos del ciclo de servicio, éste se mantendrá constante.

6.2 Cálculo de sistema de enfriamiento para máquinas empacadoras de líquidos

En el numeral 5.4 se determinó que la potencia disipada por los elementos calefactores para un funcionamiento óptimo de la máquina es de 0.3 kW para un elemento calefactor de las dimensiones especificadas; en la FIGURA 6.2, se muestra el diagrama de flujo con los pasos a seguir para poder diseñar y construir la unidad de enfriamiento. Para otros tamaños el consumo de energía eléctrica, será directamente proporcional. Para el caso considerado de 0.3 kW la mayor parte de la potencia se transforma en calor excedente, el cual debe ser eliminado, ya que como se pudo comprobar en el cálculo de la cantidad de calor absorbida por el material de empaque es sólo de 2.59 Watts por lo que aproximando el valor de la energía que se debe disipar por el sistema de enfriamiento es de 0.3 kW en

FIGURA 6.2 DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL DISEÑO Y CALCULO DE LA UNIDAD DE ENFRIAMIENTO



cada pulso de un segundo. La velocidad promedio de operación de la máquina es de una unidad producida por cada dos segundos; por lo tanto el ciclo de máquina típico es de 2 segundos, por lo que la cantidad de calor generada que debe disiparse en una hora es:

$$\text{BTU-hora} = 0.3 \text{ kW-seg} \times 50\% \text{ del ciclo de máquina} \times 1 \text{ hora}$$

$$\text{BTU-hora} = 0.15 \text{ kW-hora} \times (3+13)$$

$$\text{BTU-hora} = 511.95 = Q$$

Sin embargo como la máquina posee dos mordazas de sellado que conservadoramente se pueden considerar que tienen igual consumo, la cantidad de calor total a eliminar es:

$$Q = (511.95 \text{ BTU-hora}) \times 2$$

$$Q = 1023.9 \text{ BTU-hora}$$

La unidad de enfriamiento disponible en el mercado más próxima a este valor es la de 1/4 HP que tiene una capacidad nominal en servicio continuo de 1200 BTU-hora, por lo que el sistema considerado funcionaría con esta unidad con un factor de seguridad de 17.2%.

La eliminación del calor en las mordazas se lleva a cabo mediante un medio de transporte del calor que lo transfiere al evaporador de la unidad de enfriamiento, dicho medio de transporte es el agua. En el proceso de eliminación del calor se producen dos transferencias de éste:

- a) De las mordazas hacia el medio de transporte de calor (agua)
- b) Del medio de transporte de calor a la unida de enfriamiento

La temperatura del medio de transporte de calor antes de ser inyectado a la mordaza tiene que ser tan baja como sea posible dentro de la capacidad de la unidad de enfriamiento de manera de no sobrecargarla con un funcionamiento continuo para que no exista incremento de temperatura en las mordazas será necesario eliminar 1023.9 BTU-hora y considerando un cambio de temperatura de 3°C entre la entrada y la salida del agua de enfriamiento de la mordaza el volumen total de agua que se hará circular será de:

$$Q = M.C.\Delta T$$

$$1023.9 = M.(1).(3)$$

$$M = 1023 / 3$$

$$M = 341.3 \text{ Kg por cada hora de trabajo}$$

Como se sabe que 1 litro de agua pesa 1 Kg, se deduce que:

$$M = 341.3 \text{ lts de agua por hora de trabajo}$$

Por lo que se deberá elegir una bomba que se adecúe a este valor. En el mercado la que más se aproxima es una de 103 GPH (galones por hora = 389.9 litros por hora), ver FIGURA 6.2A, la cual es una bomba sumergible resistente a la corrosión, para líquidos de 32°F a 150°F, con rangos de Ph de 5 a 9, entrada y salida de 1/2" NPT. (Tomado de manual GRAINGER, 1997)

Para una unidad de enfriamiento del tipo de baja temperatura la diferencia de temperaturas entre el medio a enfriar y el ambiente en el que se descargará el calor es de 10°C , por lo tanto el líquido de enfriamiento (agua), se encontrará a una temperatura 10°C más baja que la del ambiente. Para efecto de cálculo se ha considerado una temperatura ambiente de 25°C y una temperatura de mordaza de 18°C en el punto de descarga del líquido de enfriamiento. En la FIGURA 6.2B se muestra el diagrama de un sistema sencillo de refrigeración y en la FIGURA 6.2C, se muestran algunos modelos de unidades de enfriamiento (compresor-condensador), que se encuentran en el mercado, su precio oscila entre los cuatro y cinco mil colones.

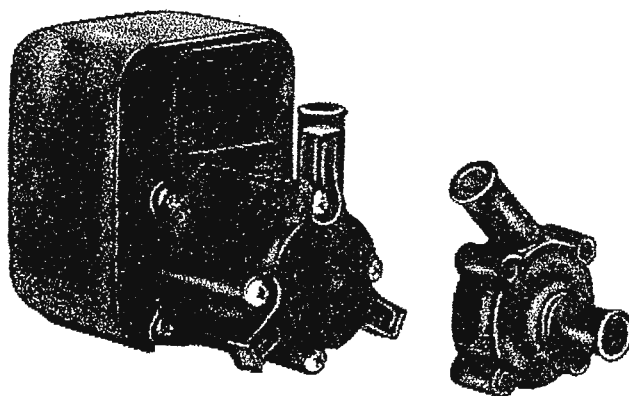


FIGURA 6.2A BOMBA DE AGUA SUMERGIBLE

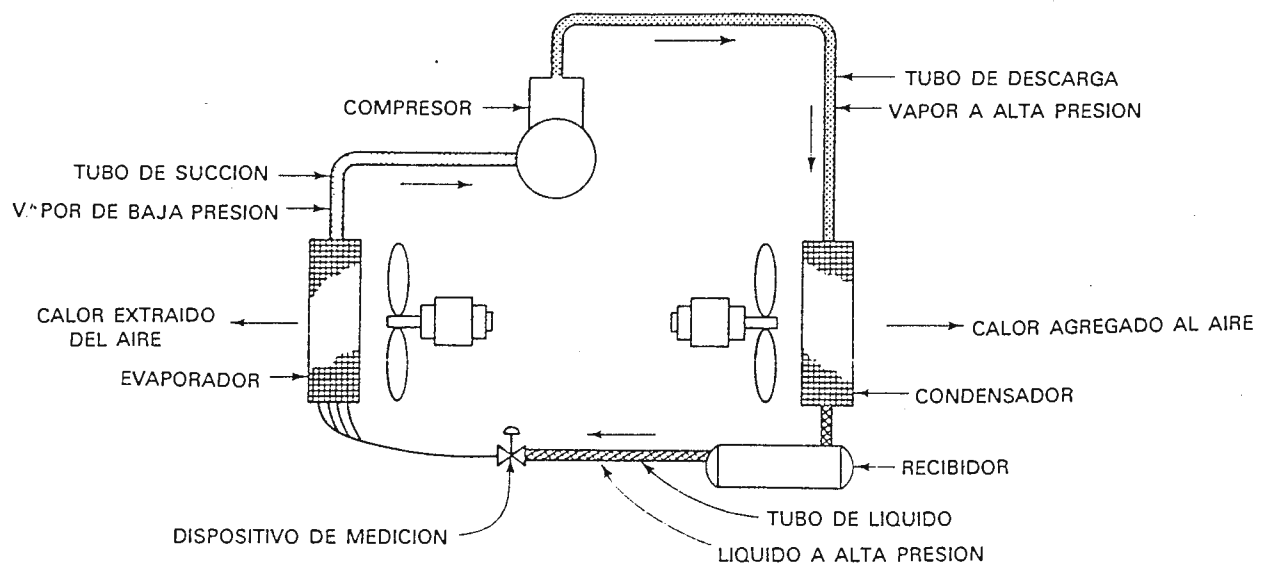


FIGURA 6.2B SISTEMA SENCILLO DE REFRIGERACION

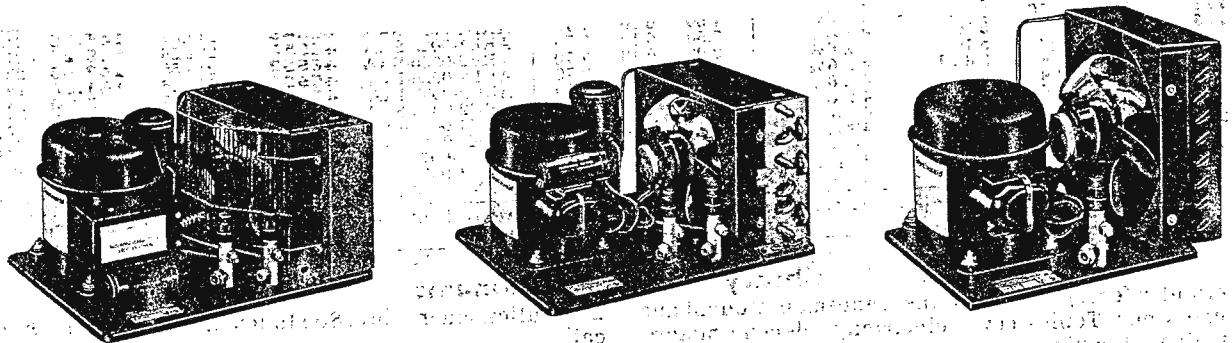


FIGURA 6.2C MODELOS DE UNIDADES DE REFRIGERACION

6.3. Sistemas de control de temperatura para unidades de enfriamiento

En el mercado se cuenta con una gran variedad de controladores de temperatura para unidades de enfriamiento dependiendo de las condiciones de operación (rangos de temperatura) que se establezcan para su operación, así se puede elegir entre dos tipos de controlador de temperatura para el medio de transporte de calor (agua), los cuales son:

- a) Control de temperatura con bulbo y capilar
- b) Control de temperatura electrónico con termocupla

Ambos controles realizan la misma función dentro del sistema de enfriamiento, aunque vale la pena mencionar que al utilizar un control de temperatura electrónico con termocupla se obtiene una mayor exactitud en la regulación del rango de temperatura del medio de transporte de calor. En las FIGURAS 6.3A (electrónicos), 6.3B(de bulbo) Y 6.3C (termostátos), se muestran algunos de los modelos de controles de temperatura más comúnmente utilizados en la industria y accesorios relacionados como las termocuplas.

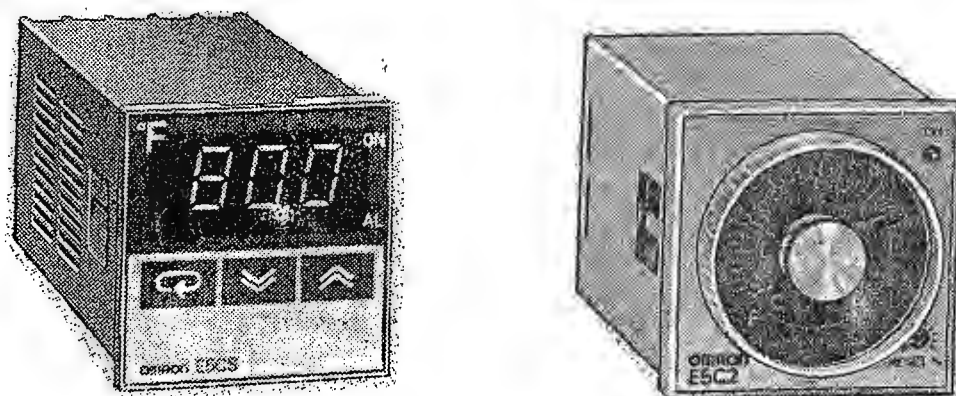


FIGURA 6.3A CONTROL DE TEMPERATURA DIGITAL

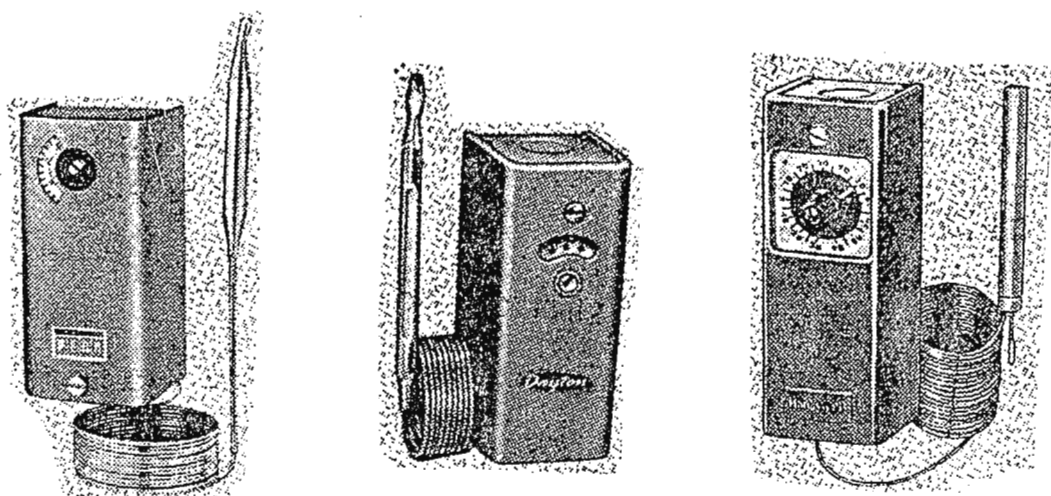


FIGURA 6.3B CONTROL DE TEMPERATURA POR BULBO

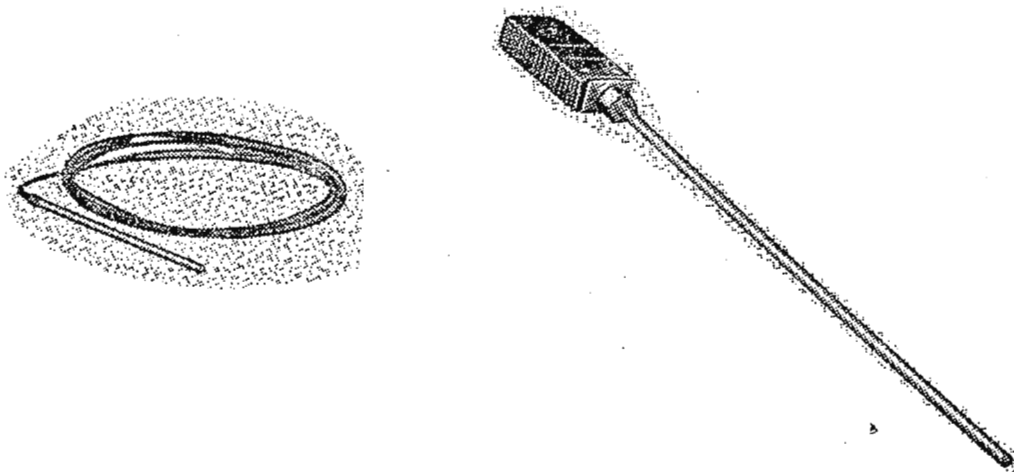


FIGURA 6.3C TERMOCUPLAS UTILIZADAS PARA LOS SISTEMAS DE
ENFRIAMIENTO

**LISTADO DE MATERIALES PARA LA FABRICACION E INSTALACION DE LA
UNIDAD DE ENFRIAMIENTO Y EVAPORADOR DE ¼ HP**

CANTIDAD	DESCRIPCION	COSTO (¢)
50	Pies de tubería de cobre de 3/8"	300
1	Unidad de enfriamiento de ¼ HP	5.000
1	Filtro secador de ¼"	40
10	Pies de tubo capilar de cobre de 0.42" de diametro interior	60
3	Varillas de soldadura de plata al 5%	15
5	Libras de gas refrigerante Freón 12	100
TOTAL		5,515.00

Herramientas a utilizar para la fabricación del evaporador y su conexión con la unidad de enfriamiento:

- ✓ Un cortador de tubo manual
- ✓ Un doblador de tubo para diametro de 3/8"
- ✓ Máquina avelladora de tubo
- ✓ Dos llaves ajustables (Cangrejas)
- ✓ Un juego de llaves allen
- ✓ Una tenaza de mecánico
- ✓ Una tenaza de unión curva (perica)
- ✓ Multímetro
- ✓ Rollo de cinta aislante
- ✓ Sellador de tubo
- ✓ Lija fina para metales

Proceso de fabricación del evaporador:

Una vez diseñado el tanque de almacenamiento de agua (de acuerdo al volumen de agua que se desea enfriar, para el caso particular se cuenta con un tanque cuadrado de 36cm de longitud, 36 de altura y 20 de espesor, para contener un volumen de 5 galones de agua = 0.018 m^3), enchaquetado, con aislamiento de durapás o de fibra de vidrio, se procede a doblar la tubería de cobre en forma de serpentín cuadrado, teniendo en cuenta que el agua cubra al menos 45 pies de tubería, para obtener una mejor transferencia de calor; una vez doblado, se acopla un extremo del tubo capilar, de preferencia en la parte inferior del serpentín, en el otro extremo se acopla el filtro secador, por último todo este conjunto se acopla a la unidad de enfriamiento por medio de tuercas tipo flare que ya vienen incluidas en la unidad de enfriamiento.

6.4. Criterios de selección y diseño de la unidad de enfriamiento

Para poder elegir la unidad de enfriamiento adecuada a las necesidades que teóricamente se han deducido, es necesario remitirse a los catálogos del fabricante de las

diferentes marcas de unidades de enfriamiento; para ello, los parámetros más importantes a considerar son:

- ✓ La capacidad de la unidad de enfriamiento, lo cual es determinante para verificar la cantidad de calor que es capaz de evacuar en una hora (BTU-hora). Como ya se dijo, la unidad de enfriamiento debe tener una capacidad de BTU-hora con al menos un 20% de capacidad que la cantidad de calor generado en las mordazas de sellado.
- ✓ El voltaje, para poder dimensionar correctamente: el alimentador eléctrico y las protecciones relacionadas, tanto de la unidad, así como de la máquina en general.
- ✓ El tamaño de la unidad de enfriamiento, ya que el espacio está restringido por el establecido al momento de diseñar el chasis de la MEL.
- ✓ Costo y Marca, de acuerdo a la experiencia y de la persona encargada de la instalación de la unidad de enfriamiento se puede elegir la marca preferida, además de considerar simultáneamente el costo de la unidad.

6.5. Recomendaciones para el montaje eléctrico y mecánico de los sistemas de enfriamiento

Se mencionan a continuación las principales recomendaciones para el montaje de los sistemas de enfriamiento:

- ✓ La unidad de enfriamiento se deberá montar sobre una plataforma móvil que permita, accederla fácilmente para su debida inspección-reparación
- ✓ El espacio disponible determinado por el tamaño de la máquina a su vez limita el tamaño de la unidad de enfriamiento. Además por ser un espacio confinado dentro de la máquina, es necesario proveer una ventilación adecuada para la unidad de enfriamiento, lo que se logra instalando un extractor de aire a un extremo y al otro extremo se deja un rejilla de 10"x10".
- ✓ El circuito de alimentación de energía eléctrica de la unidad de enfriamiento deberá ser una derivación directa de la red principal de alimentación a la máquina, así como deberá contar con un interruptor en el tablero de control y protección independiente de acuerdo a la capacidad de la misma.
- ✓ Si se utiliza un sistema de control de temperatura del medio de transporte de calor, el dial donde se controlará la temperatura se instalará lo más cerca posible de la unidad de enfriamiento, específicamente montada en el reservorio de agua de enfriamiento. Si se utilizará un control de temperatura electrónico, se debe tener en cuenta, al momento de diseñar el tablero de control (Interfase operador-máquina), incluir en dicho diseño un espacio para colocar el controlador electrónico de temperatura.
- ✓ El reservorio de agua de enfriamiento deberá estar construido con un material resistente a la corrosión, de doble capa (enchaquetado) y con válvula de drenaje para poder cambiar con facilidad el agua de enfriamiento cuando se haya contaminado.

- ✓ La bomba de circulación de agua de enfriamiento de preferencia deberá ser sumergible y deberá ser de materiales resistentes a la corrosión.
- ✓ El circuito de transporte de alimentación y retorno del agua de enfriamiento, deberá ser manguera plástica de 1/4 de pulgada, los acoples de conexión deberán ser del tipo rápido y de preferencia deberán estar contruídos de materiales resistentes a la corrosión (plástico, teflón, acero inox, nylon).

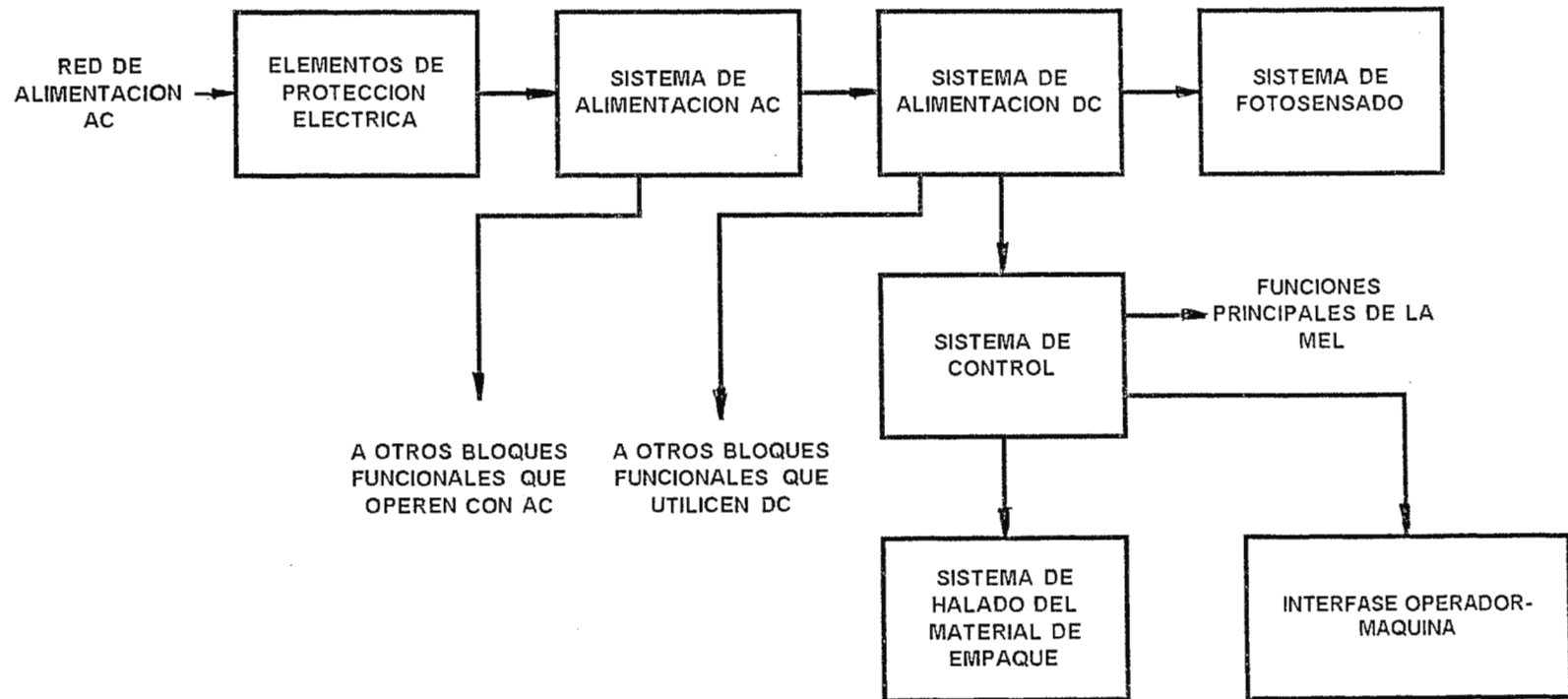
CAPITULO 7

SISTEMA DE ALIMENTACION, PROTECCION Y CONTROL ELECTRICO.

7.0 Diagrama general de bloques del sistema y análisis funcional

De acuerdo al diagrama de bloques funcionales de la FIGURA 7.1, se puede observar que el flujo de energía eléctrica hacia los elementos actuadores propiamente, pasa primero por el bloque funcional denominado sistema de protección, el cual tiene como función principal la de aislar de la red de alimentación cada uno de los circuitos eléctricos de todos los sistemas que hacen uso de energía eléctrica para su operación, cuando exista un incremento fuera de lo normal ya sea por una sobrecarga o un cortocicuito, dicho

FIGURA 7.1 DIAGRAMA FUNCIONAL DE BLOQUES DEL SISTEMA ELECTRICO DE ALIMENTACION, PROTECCION Y CONTROL



sistema de protección está compuesto por una protección general de la MEL y protecciones relacionadas a cada circuito eléctrico que compone el sistema, las protecciones más comúnmente utilizadas son contra sobrecorrientes del tipo magneto-térmicos, aunque dependerá del diseño propio que se desee implementar si se utilizan como elementos de protección fusibles o térmicos.

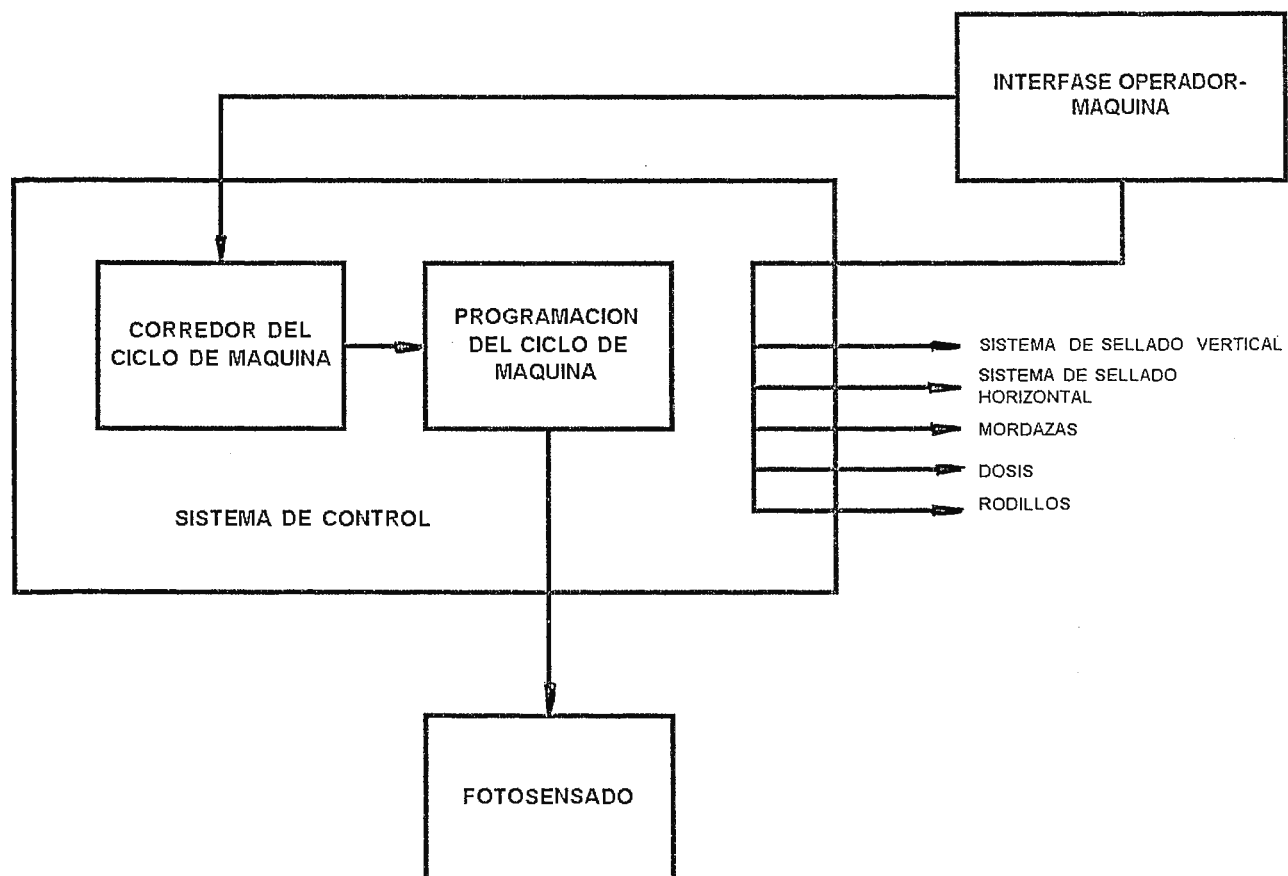
Luego de pasar por el sistema de protección eléctrica, la energía está lista para su distribución a los diferentes sistemas que harán uso de ella, el primero, como se puede observar en el diagrama de bloques de la FIGURA 7.1, es el sistema de alimentación de AC, el cual tiene como función principal proveer de energía eléctrica alterna a todos los demás sistemas que utilicen energía eléctrica para su funcionamiento. El sistema de alimentación de corriente continua no es un sistema propiamente integrado, sino que se encuentra distribuido en los sistemas de control de velocidad de los motores de CD y de fotosensado en las tarjetas electrónicas correspondientes. Así puede verificarse en el diagrama de bloques para efectos de comprensión que se ha graficado como un bloque integrado y que provee de energía eléctrica al sistema de control, el cual es el encargado de activar las funciones principales de la MEL, tales como son los intervalos de tiempo de las funciones de sellado y corte, sistema de halado, sistema de dosificación y sistema neumático, el sistema de control está compuesto básicamente por un motor de corriente continua de velocidad variable por medio de una tarjeta electrónica, el cual tiene montadas en su eje cinco levas, cada una ajustada de acuerdo al diagrama de tiempos definido para cada función en cada ciclo de máquina(un ciclo de máquina = una revolución del motor

DC); las levas se fijan en el eje del motor por medio de prisioneros allen de tal forma que permitan la activación de cinco microswitch (uno por cada leva), para ejercer el control sobre cada uno de los circuitos que corresponden a cada función.

Adicionalmente, existe una interfase para el sistema de control (la interfase tiene control directo sobre las magnitudes eléctricas que maneja el sistema de control, no posee control sobre los intervalos de tiempo que se programan en el sistema de control (memoria mecánica)). La interfase operador-máquina está compuesta por todos los elementos que componen el tablero de control (manetas, interruptores, potenciómetros, focos de señalización, timer, pulsadores y control de temperatura electrónico).

En la FIGURA 7.2, se puede ver el detalle de los bloques de funcionamiento del sistema de control incluido en la FIGURA 7.1, donde se observa que la interfase solamente actúa sobre el corredor del ciclo de máquina el cual se encarga de dar paso a las diferentes funciones de la máquina, pero no influye directamente sobre la programación del ciclo de máquina, además se observa que la interfase ejerce sus efectos a través del sistema de control a los sistemas o funciones que éste último controla.

FIGURA 7.2 DIAGRAMA FUNCIONAL DE BLOQUES DEL SISTEMA ELECTRICO DE CONTROL



7.1. Diseño eléctrico del sistema de alimentación de potencia, protección y control eléctrico

En la TABLA 7.A, que se muestra a continuación se presenta el dimensionamiento de los conductores y protecciones de cada uno de los sistemas que componen una MEL:

SISTEMA	AMPS	CONDUCTOR (AWG)	PROTECCION (Amps)
Enfriamiento	3,1	14	20
Sellado vertical; 750VA, lado de alta tensión del trafo.	3,4	14	10
Sellado-corte horizontal; 750 KVA, lado de alta del trafo.	3,4	14	10
Sellado vertical, lado de baja tensión del trafo	Variable, hasta 31.25	12	40
Sellado-Corte horizontal, lado de baja tensión del trafo.	Variable hasta 31.25	12	40
Halado	1,4	16	2
Control (Levas)	0,4	16	1
Neumático, dosificación y fotosensado	0,25	16	1
De control eléctrico	3	16	6
Protección general			25

TABLA 7A

7.1.1. Proceso de dimensionamiento de conductores y protecciones del sistema eléctrico

Los valores reflejados en la TABLA 7A, para el dimensionamiento de los conductores y protecciones eléctricas han sido calculados el base a las normas del

NATIONAL ELECTRIC CODE (NEC), edición 1993, y se realizaron de la siguiente forma:

Sistema de enfriamiento:

Una vez dimensionada la capacidad de la unidad de enfriamiento, se procede al cálculo de su elemento de protección y del dimensionamiento del alimentador eléctrico así:

- ✓ En el artículo 440-12 (c) se refiere a compresores de pequeña capacidad, la corriente de rotor bloqueado se asumirá como seis veces la corriente nominal, para el caso de una unidad de enfriamiento de ¼ HP se tiene una corriente nominal de 3.1 Amps., por lo que se elegirá una protección de 20 Amperios. Para el dimensionamiento del conductor alimentador nos referimos a la tabla 310-16, en la que se encuentra el conductor del tipo THWN calibre 14 AWG, con una ampacidad de 20 Amperios.

Sistema de sellado vertical y sellado-corte horizontal:

- ✓ De acuerdo a la capacidad de los transformadores de sellado (para nuestro caso particular, se cuenta con transformadores de 750 VA; 220V/24-48V), haciendo referencia al artículo 630-32, que se refiere a soldadores por resistencia, se tiene la

protección contra sobrecorriente deberá ser dimensionada a un valor no mayor del 300 por ciento de la corriente nominal primaria del soldador o a un valor inmediato superior normalizado de protección, como se sabe que la corriente en el primario es de: $750/220 = 3.41$ Amps, por lo que se elegirá una protección de 10 Amperios. El conductor de alimentación se elegirá de acuerdo al criterio del artículo 630-31, en la que menciona el ciclo de trabajo para los sistemas de soldado por resistencia, el cual determina que se debe multiplicar la corriente del primario por 0.71 debido a que el sistema de sellado tiene un ciclo de trabajo del 50%, se tiene un valor de corriente de: $3.41 \times 0.71 = 2.42$ Amperios, por lo que de la tabla 310-16, se obtiene un calibre de conductor de 14 AWG, para el caso del secundario se tiene una corriente máxima con el transformador operando a 24 voltios de $750/24 = 31.25 \times 0.71 = 22.187$ Amperios; por lo que en la tabla 310-16 se obtiene un conductor calibre 12 AWG.

Sistema de halado del material de empaque:

- ✓ Para el dimensionamiento de la protección y del conductor de alimentación del motor de halado, se tiene de los datos de placa: $I_{nominal} = 1.4$ Amps (1/8 HP), se obtiene del NEC que para un motor con un factor de servicio no menor a 1.15, la protección contra sobrecorriente será dimensionada al 125% del valor de la corriente nominal, así: $1.4 \times 1.25 = 1.75$ Amps. Se elige un dispositivo de protección.

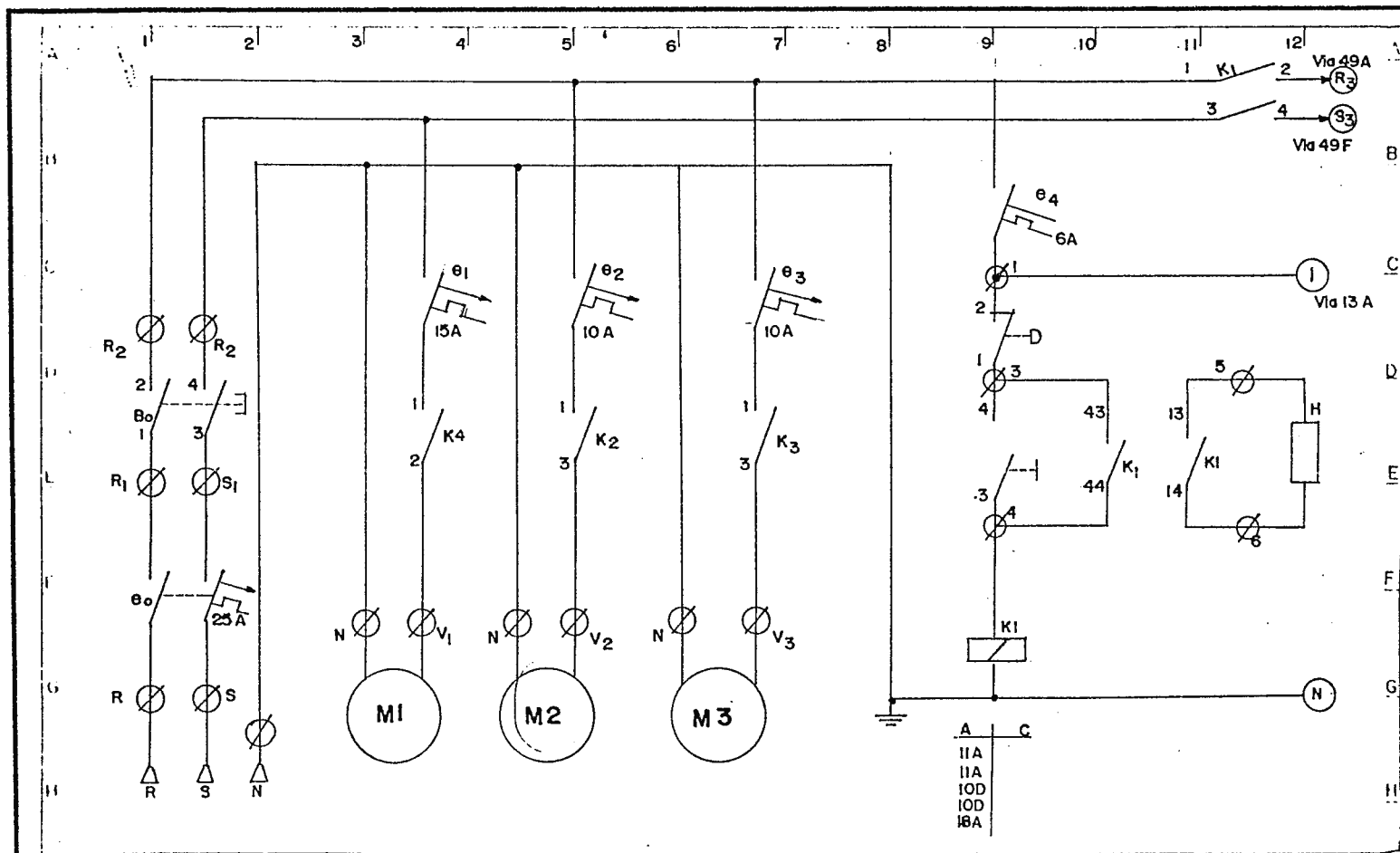
de 2 amperios. El conductor se obtiene de la tabla 310-16, el cual es calibre 16 AWG.

- ✓ El mismo criterio se utiliza para el motor del sistema de control (levas), ya que se trata de un motor DC cuya corriente de operación es de 0.4 Amperios (1/30 HP), por lo que se obtiene una protección de 1 Amperio. Conductor de alimentación calibre 16 AWG.
- ✓ Para los sistemas de dosificación, fotosensado y neumático se utiliza una protección de 1 amperio considerando que la corriente que consumen en conjunto no excede de 0.5 Amperios y el conductor a utilizar será del calibre 16 AWG.
- ✓ Para el caso del dimensionamiento de la protección del sistema de control, se tiene que considerar el consumo de potencia de las bobinas de los dispositivos de maniobra (Contactores, relés, focos, timer, control de temperatura), para lo que se ha considerado una corriente de 3 amperios como máximo, aplicándole el criterio de elección del elemento de protección al 125% del valor de corriente nominal se obtiene una protección de 6 Amperios, los circuitos del sistema de control pueden ser alambrados con cable de uso automotriz SAE 16 AWG.
- ✓ La protección general de la máquina se dimensiona bajo el criterio del 150% del valor de la sumatoria de las corrientes nominales de cada sistema, por lo que se obtiene una corriente total de $14.95 \text{ Amperios} \times 150\% = 22.42 \text{ Amperios}$, por lo que se elige la protección próxima superior que exista en el mercado la cual sería de 25

Amperios; dos polos un tiro y el alimentador general para la máquina empacadora de líquidos será un calibre 12 AWG.

7.2 . Diseño eléctrico del sistema de control

Como puede observarse en los diagramas de diseño eléctrico de los circuitos de potencia y control de las máquinas empacadoras de líquidos, hojas 1 a 5, se detalla el circuito de control de una máquina empacadora de líquidos, con todas sus conexiones en bornera, para fácil revisión y mantenimiento. La explicación del funcionamiento del circuito se omitirá, ya que en el CAPITULO 1, se detalló el funcionamiento secuencial de una máquina empacadora de líquidos en base al diagrama generador de bloques y en base al diagrama de tiempos de una máquina empacadora de líquidos. En la FIGURA 7.2A, pag. 142, se muestra el conjunto de elementos que componen al sistema de control (Lay out).



UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERIA

CONTENIDO: DISEÑO ELECTRIC DE LOS CIRCUITOS
DE PROTECCION, POTENCIA Y CONTROL DE MAQUINA
EMPACADORA DE LIQUIDOS

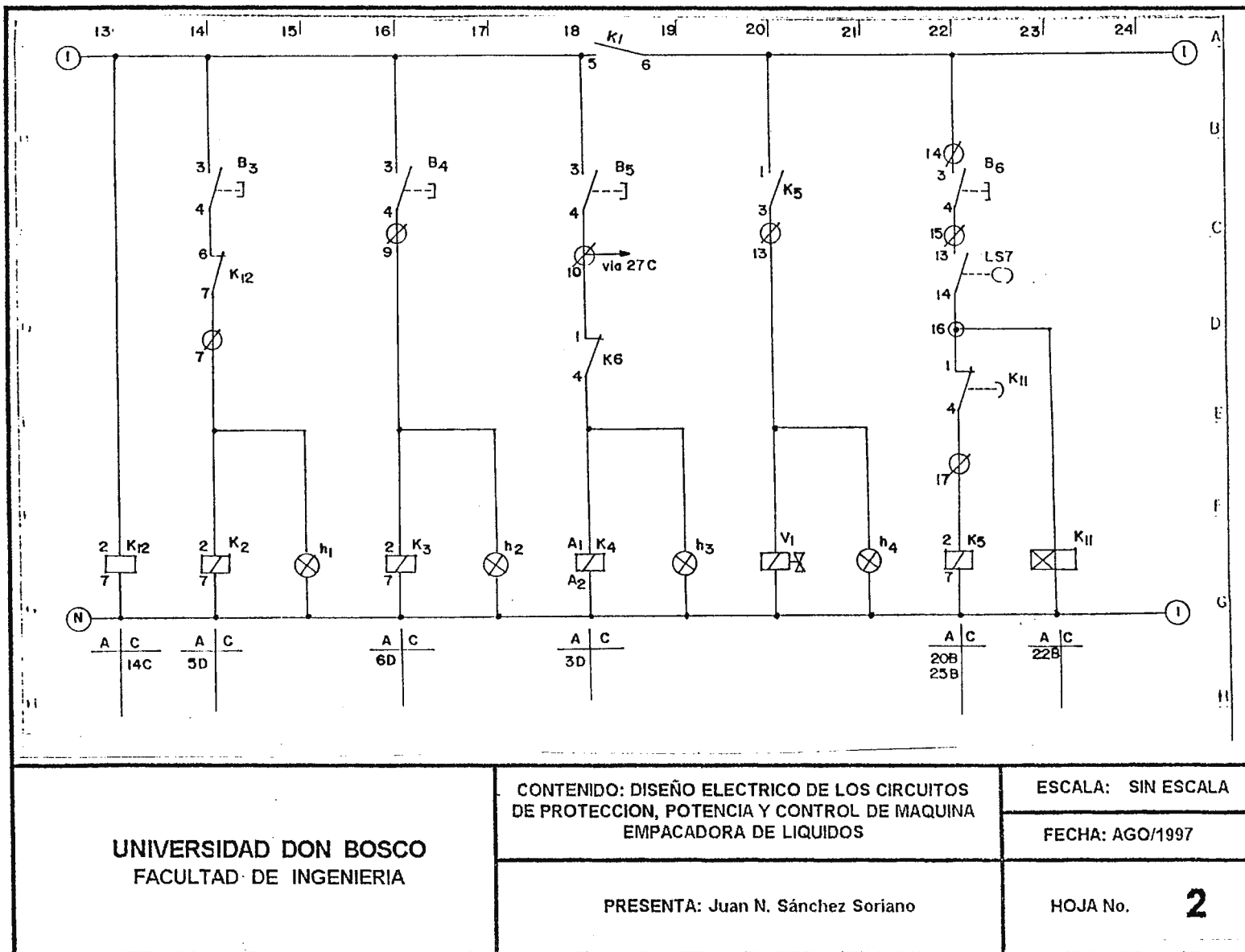
PRESENTA: Juan N. Sánchez Soriano

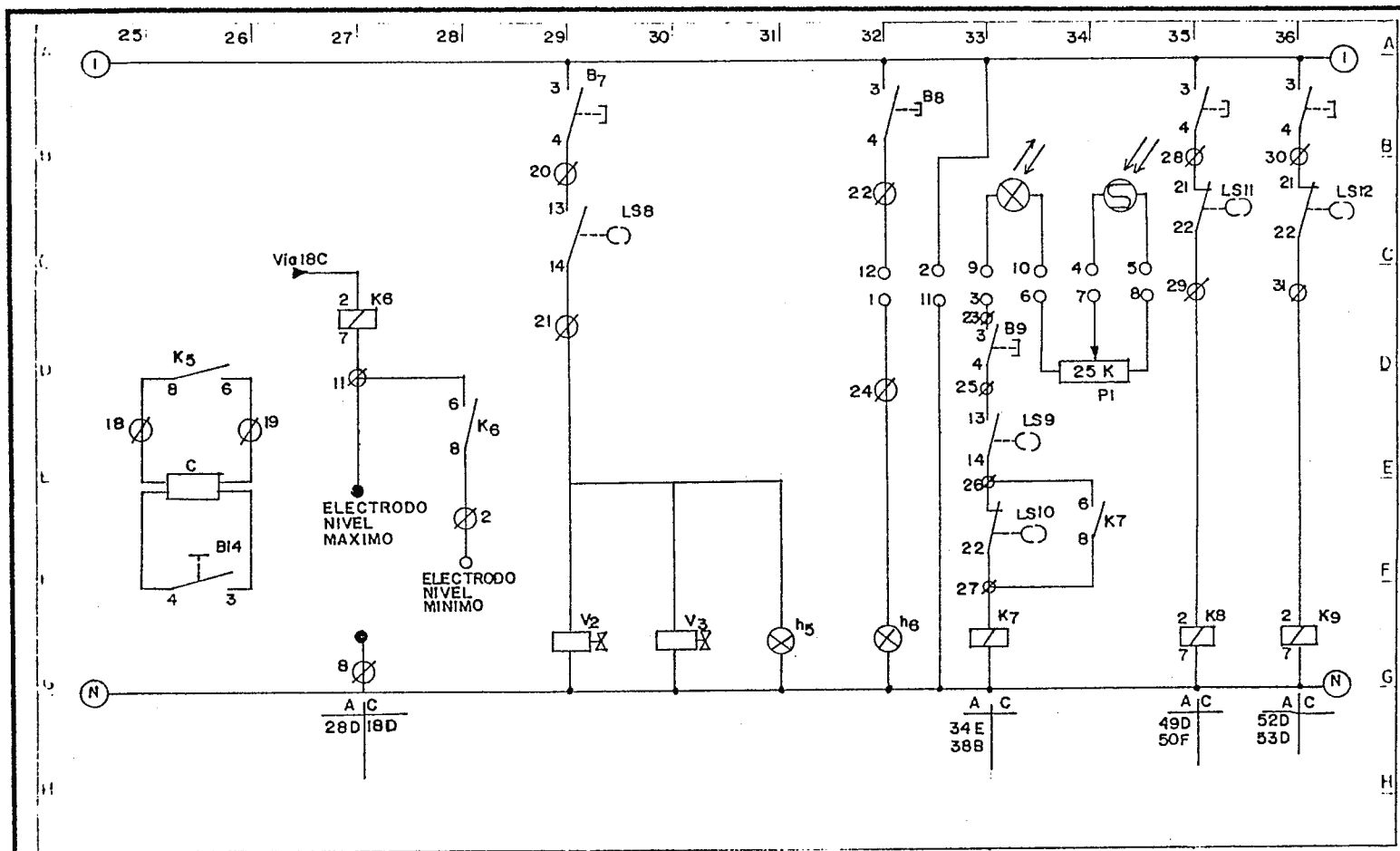
ESCALA: SIN ESCALA

FECHA: AGO/1997

HOJA No.

1





UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERIA

CONTENIDO: DISEÑO ELECTRIC DE LOS CIRCUITOS
DE PROTECCION, POTENCIA Y CONTROL DE MAQUINA
EMPACADORA DE LIQUIDOS

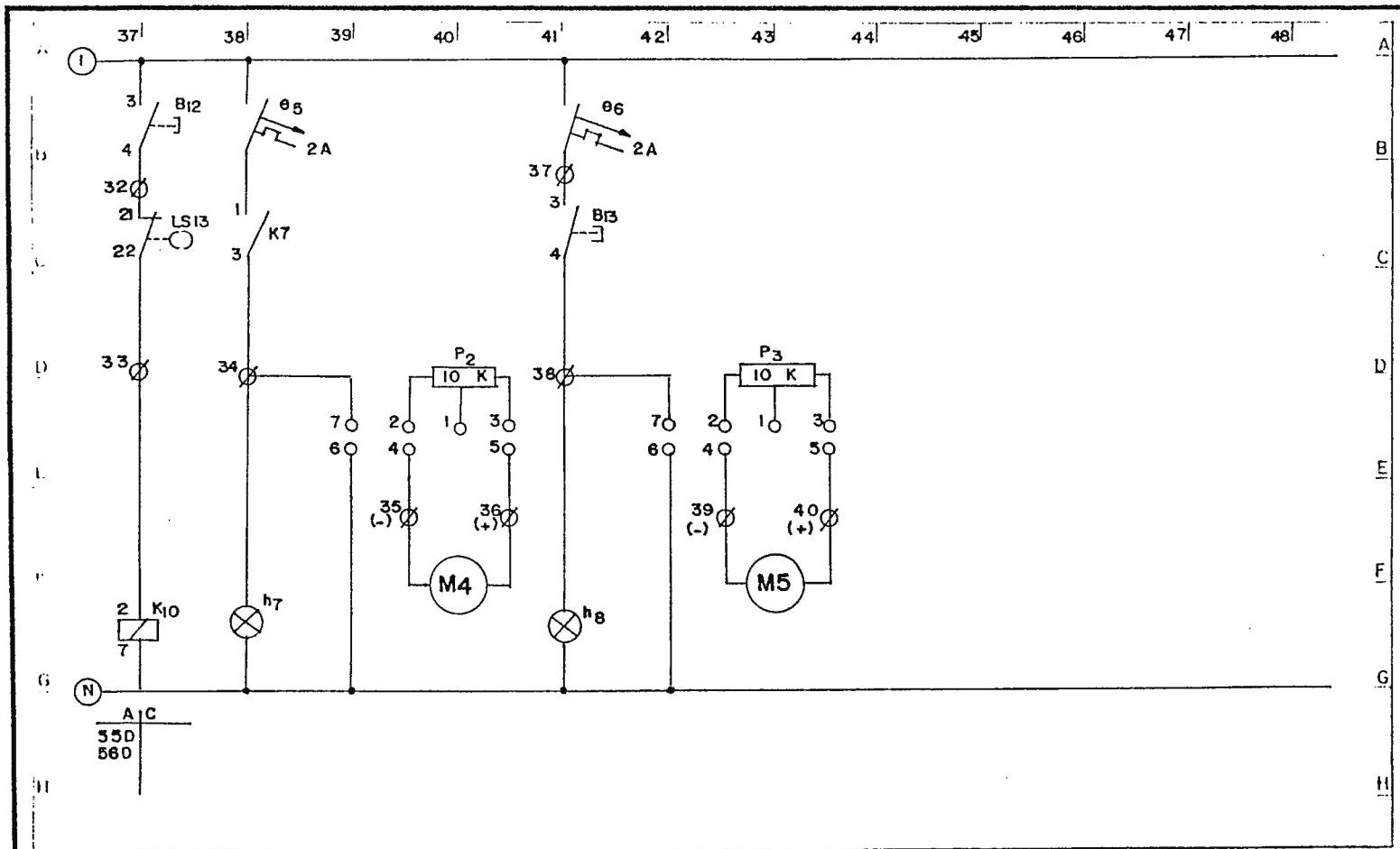
PRESENTA: Juan N. Sánchez Soriano

ESCALA: SIN ESCALA

FECHA: AGO/1997

HOJA No.

3



UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERIA

CONTENIDO: DISEÑO ELECTRICO DE LOS CIRCUITOS
DE PROTECCION, POTENCIA Y CONTROL DE MAQUINA
EMPACADORA DE LIQUIDOS

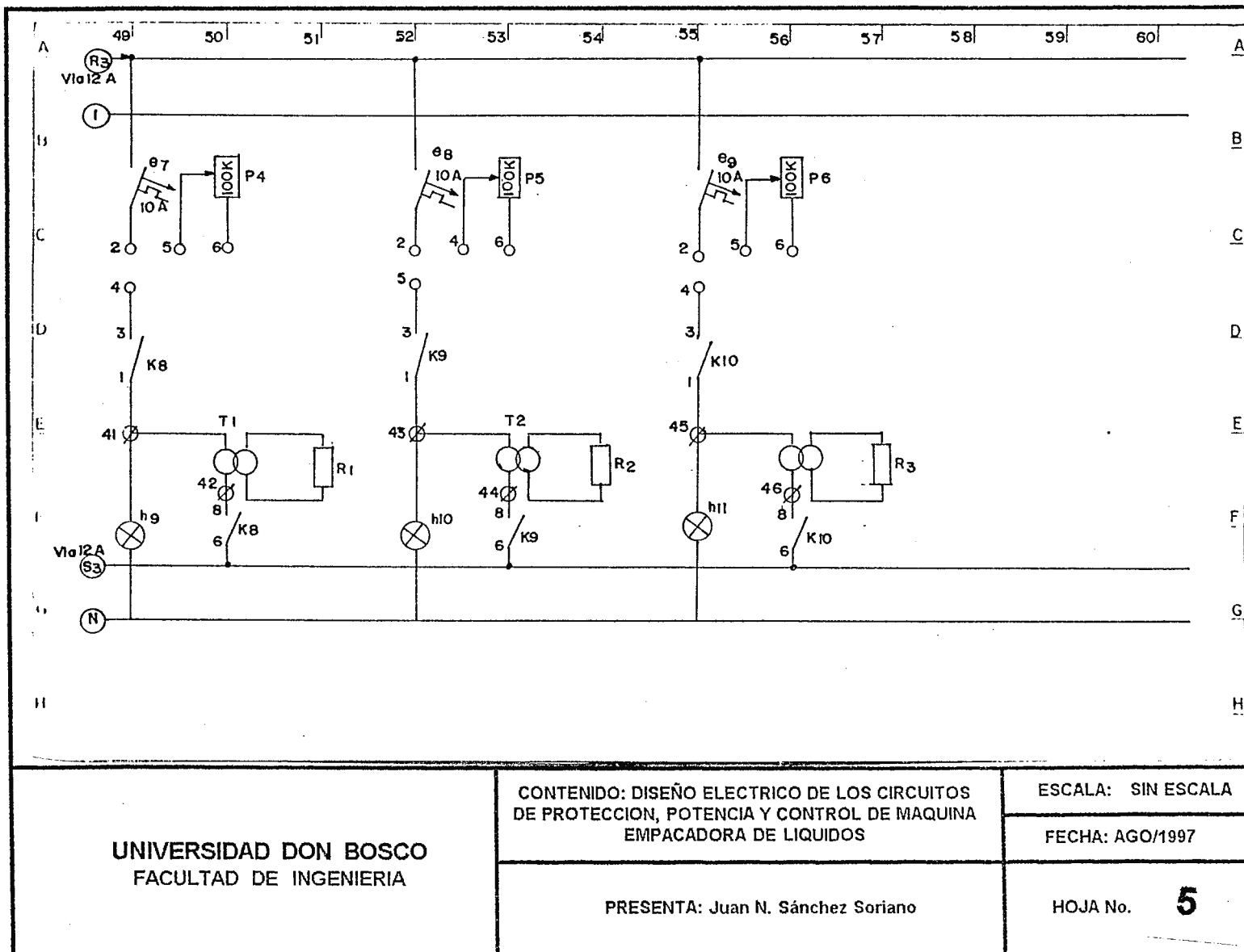
PRESENTA: Juan N. Sánchez Soriano

ESCALA: SIN ESCALA

FECHA: AGO/1997

HOJA No.

4



SIMBOLOS

AUTOMATOS

00	- PROTECCION GENERAL	25 A
01	- PROTECCION BOMBA ALIMENTADORA	10 A
02	- PROTECCION COMP. ENFRIAMIENTO	10 A
03	- PROTECCION BOMBA ENFRIAMIENTO	10 A
04	- PROTECCION SISTEMA DE CONTROL	6 A
05	- PROTECCION MOTOR RODILLO	2 A
06	- PROTECCION MOTOR LEVAS	2 A
07	- PROTECCION TRANSF. DOBLE SELLO	10 A
08	- PROTECCION TRANSFORMADOR CORTE	10 A
09	- PROTECCION TRANSF. SELLO VERTICAL	10 A

INTERRUPTORES, PULSADORES, SELECTORES.

B0	- INTERRUPTOR GENERAL
B1	- PARO EMERGENCIA
B2	- ARRANQUE
B3	- COMPRESOR ENFRIAMIENTO
B4	- BOMBA ENFRIAMIENTO
B5	- BOMBA ALIMENTADORA
B6	- DOSIFICACION
B7	- MORDAZAS
B8	- FOTOCELDA
B9	- LARGO DE BOLSA
B10	- DOBLE SELLO
B11	- CORTE
B12	- SELLO VERTICAL
B13	- BOLSAS POR MINUTO
B14	- PUESTA A CERO DEL CONTADOR

CONTACTORES, RELES, TIMERS, CONTROL DE TEMPERATURA.

K1	- CONTACTOR PRINCIPAL
K2	- COMPRESOR DE ENFRIAMIENTO
K3	- BOMBA DE AGUA ENFRIAMIENTO
K4	- BOMBA ALIMENTADORA
K5	- DOSIFICACION
K6	- CONTROL DE NIVEL TANQUE DOSIFICADOR
K7	- RODILLO
K8	- DOBLE SELLO
K9	- CORTE
K10	- SELLO VERTICAL
K11	- TIEMPO DE DOSIFICACION
K12	- CONTROL TEMPERATURA

VALVULAS

V₁ - DOSIFICADOR
V₂ - MORDAZAS
V₃ - AIRE ENFRIAMIENTO RESISTENCIAS

MOTORES

M₁ - BOMBA ALIMENTADORA
M₂ - COMPRESOR DE ENFRIAMIENTO
M₃ - BOMBA AGUA DE ENFRIAMIENTO
M₄ - RODILLO
M₅ - LEVAS

VARIOS

H - HOROMETRO
C - CONTADOR
h - FOCO FOTOCELDA 9V.
FR - FOTORESISTENCIA 0.8-25 K

TRANSFORMADORES

T₁ - DOBLE SELLO 220/48 VOLTIOS
T₂ - CORTE 220/24 VOLTIOS
T₃ - SELLO VERTICAL 220/24 VOLTIOS

POTENCIOMETROS

P ₁ - FOTOCELDA	25 K
P ₂ - RODILLO	10 K
P ₃ - LEVAS	10 K
P ₄ - DOBLE SELLO	100 K
P ₅ - CORTE	100 K
P ₆ - SELLO VERTICAL	100 K

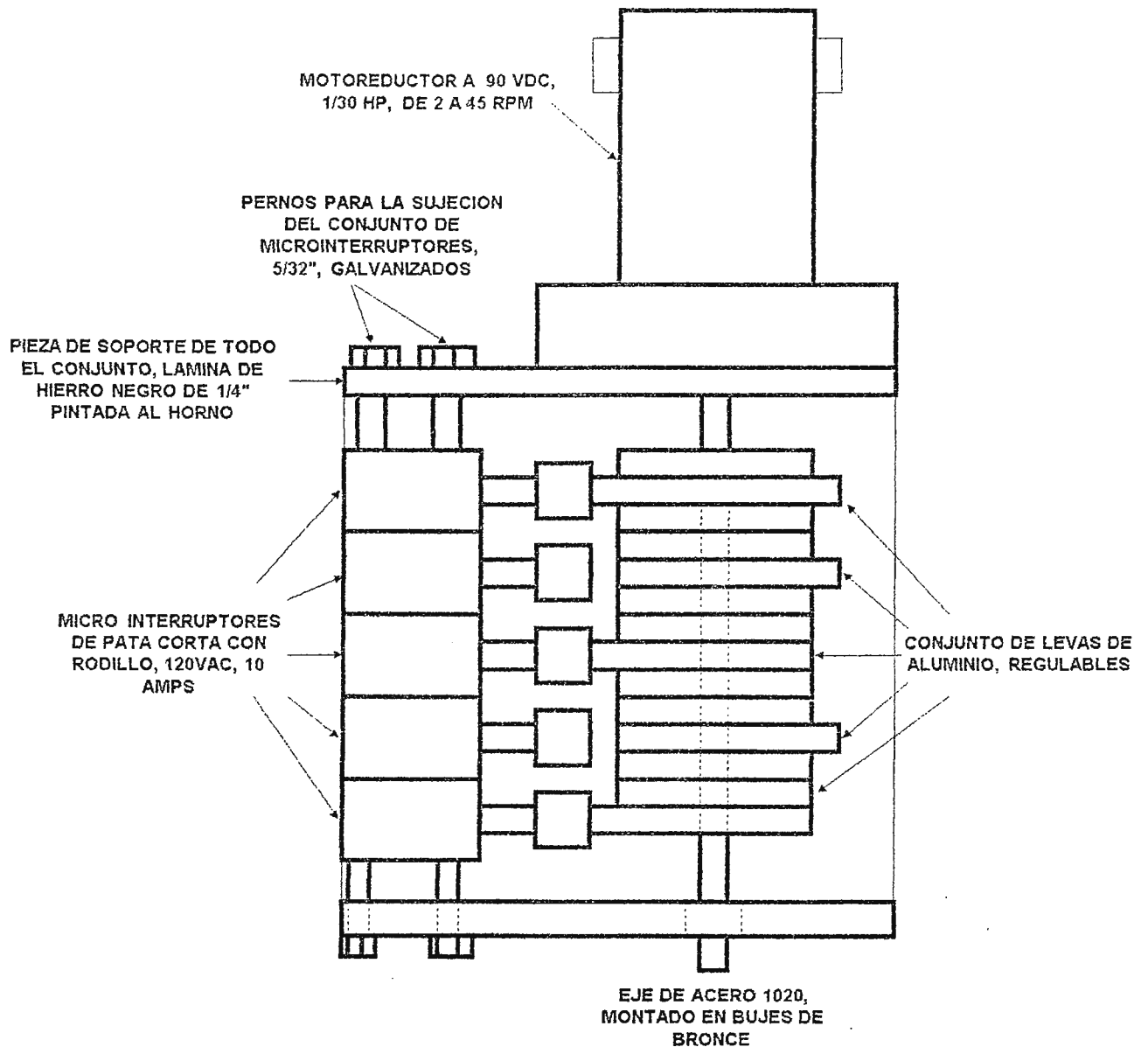
RESISTENCIAS

R₁ - DOBLE SELLO
R₂ - CORTE
R₃ - SELLO VERTICAL

FINALES DE CARRERA

LS₇ - DOSIFICACION
LS₈ - MORDAZAS
LS₉ - ARRANQUE RODILLO
LS₁₀ - PARO RODILLO
LS₁₁ - DOBLE SELLO
LS₁₂ - CORTE
LS₁₃ - SELLO VERTICAL

FIGURA 7.2A CONJUNTO DE ELEMENTOS QUE COMPONEN
EL SISTEMA DE CONTROL



7.3. Costeo de los sistemas de alimentación, protección y control

Se detallarán los elementos que componen los sistema de alimentación, protección y control.

CANTIDAD	DESCRIPCION	PRECIO (c)
2	Botonera Start-Stop	250
1	Interruptor tipo hongo de paro de emergencia	175
11	Manetas ON-OFF	1.375
1	Pulsador reset	25
1	Contactor de 25 amps, 3 polos, 220V	325
1	Guardamotor 18-25 amperios	600
9	Relés 120V, 8 pines con base	1.485
1	Timer 120V	650
1	Control de temperatura digital	3.500
2	Automatos de 10 Amps, un polo	120
1	Automato de 6 Amps, un polo	60
1	Automato de 1 Amp, un polo	60
1	Automato de 2 Amps, un polo	60
TOTAL.....		8,565

7.4. Diseño del tablero de elementos

Se muestra en la FIGURA 7.4A, una distribución típica de los elementos de maniobra montados sobre el tablero de elementos. Aunque la distribución se hizo en base a criterios personales de economía y optimización de espacio, el diseño en general de tableros de control dependerá de los criterios adoptados por cada diseñador.

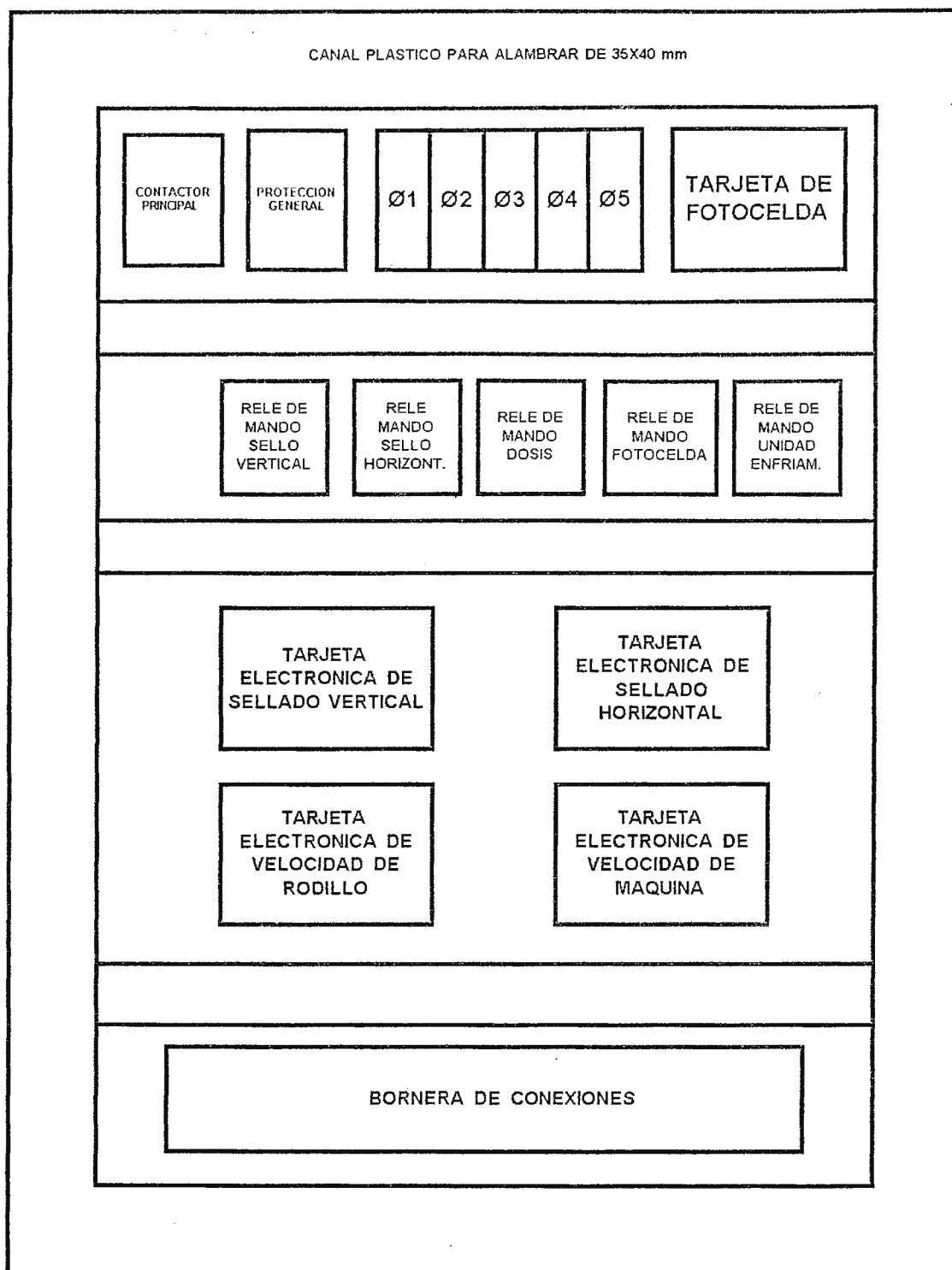


FIGURA 7.4A LAY OUT DE TABLERO DE ELEMENTOS

7.5. Diseño del tablero de control

Al igual que el caso anterior se muestra un diseño típico y personal del tablero de control en la FIGURA 7.5A, también quedará a criterio de la persona que diseñe el tablero la distribución de los distintos elementos que la componen.

7.6. Sugerencias de montaje de los sistemas eléctricos de potencia y control

De acuerdo a la experiencia en la construcción de MEL's, se mencionan algunas sugerencias para el montaje de los sistemas eléctricos de potencia y control:

- ✓ El tablero de elementos de maniobra se deberá ubicar en un lugar dentro del gabinete fabricado para ese propósito, donde no interfiera con ningún elemento de ajuste mecánico. Además debe estar debidamente aislado de cualquier punto por donde pueda penetrar humedad al interior del gabinete. Se recomienda que sea montado en esparragos a una distancia del fondo del gabinete de unos 3 centímetros y deberá quedar muy bien nivelado.
- ✓ Los dispositivos de control deberán montarse en las perforaciones que previamente se hayan realizado en el chasis de MEL, dichas perforaciones serán normalizadas de acuerdo al tipo de elemento de maniobra que se haya elegido; es recomendable hacer las perforaciones con un diametro un 5% mayor que el medido en la base del elemento de maniobra.

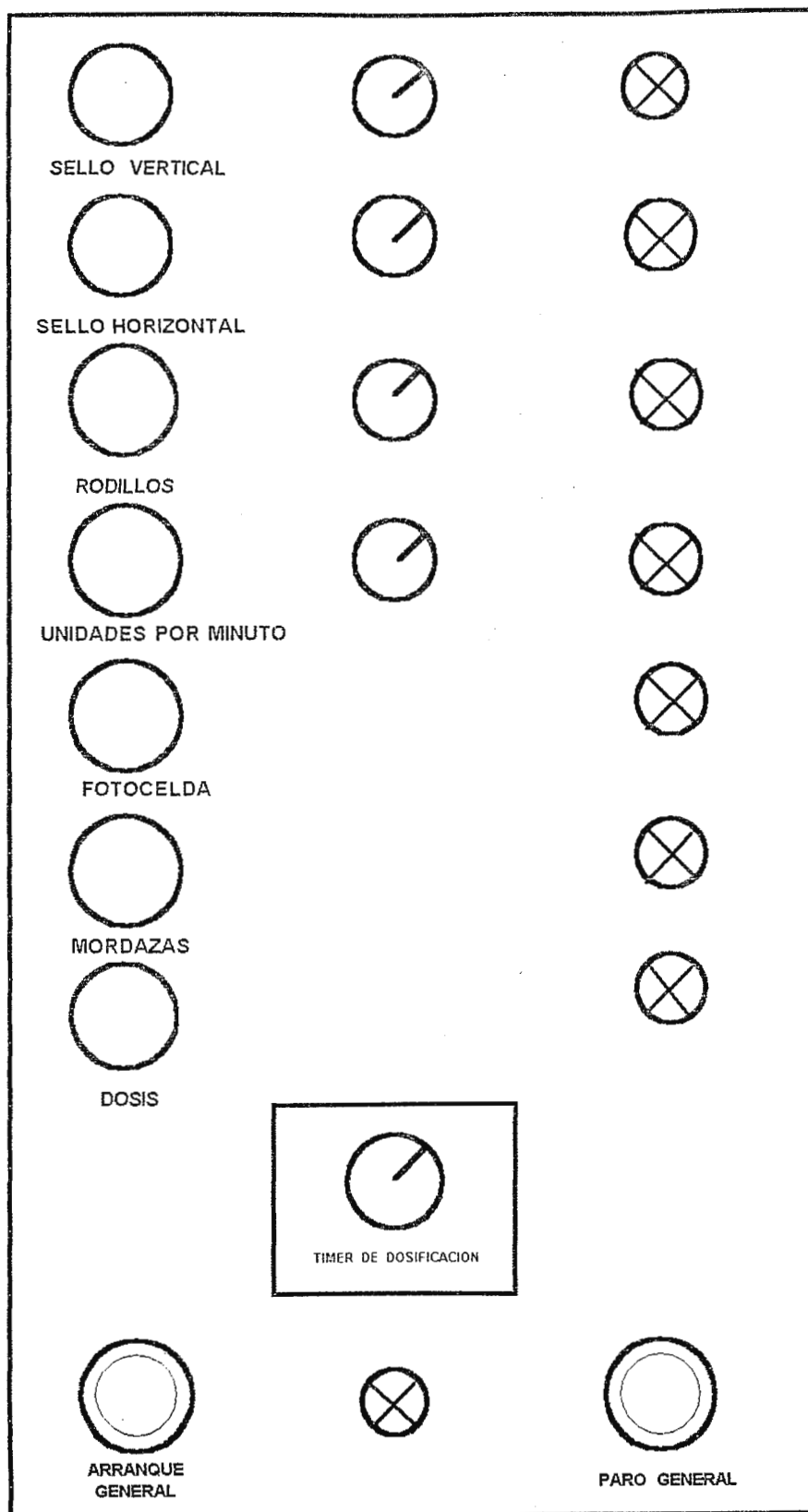


FIGURA 7.5A LAY OUT INTERFASE OPERADOR-MAQUINA

CAPITULO 8

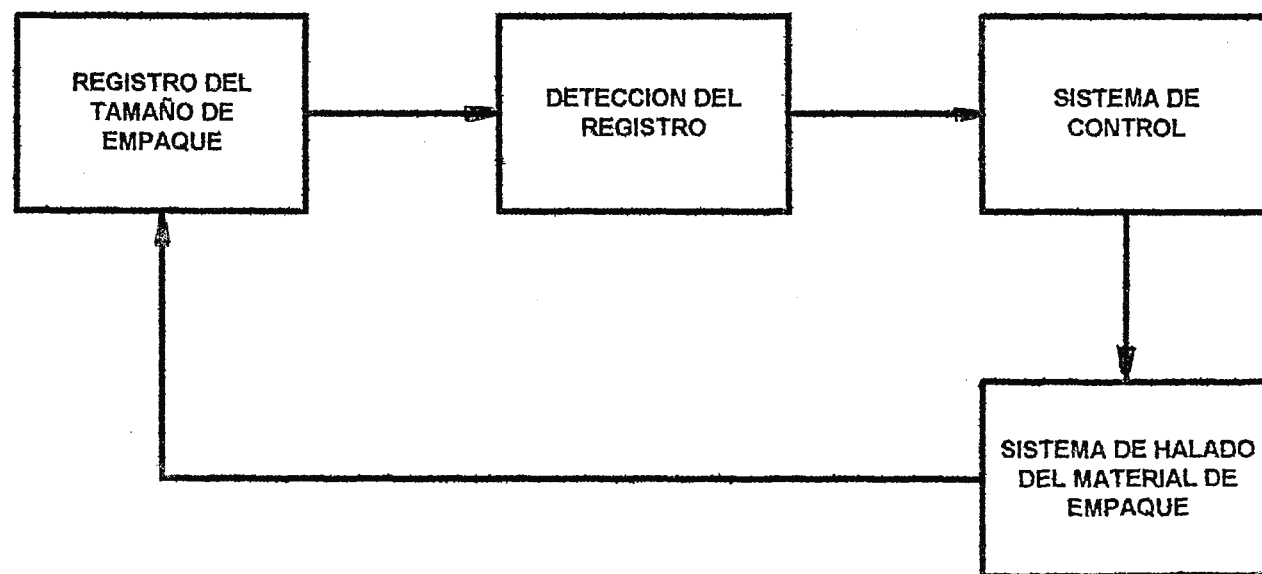
SISTEMA DE FOTOSENSADO

8.0. Diagrama general de bloques y análisis funcional

Como se puede observar en el diagrama funcional de bloques de la FIGURA 8.1, el primer bloque funcional que se muestra corresponde a el registro del tamaño del material de empaque, el cual tiene como función determinar el tamaño de la presentación del producto que se desea empaacar, el registro consiste básicamente en una marca impresa de color oscuro en cada unidad de material de empaque de la bobina; precisamente el registro es la señal que el ojo electrónico o más bien conocida como fotocelda detecta cada vez que el sistema de halado de material de empaque hace que éste se desplace hasta la siguiente marca o registro de fotocelda, la finalidad del registro impreso en el material de empaque y el uso de fotocelda, es la permitir que las unidades de producto empacado sean todas de tamaño uniforme y debidamente centradas.

Una vez la fotocelda haya detectado el registro en el material de empaque, envía una señal al sistema de control para que éste a su vez actúe sobre el sistema de halado para que se detenga, todo este proceso se lleva a cabo en fracciones de segundo. Luego de finalizar el ciclo de máquina el sistema de control vuelve a enviar nuevamente la orden de

FIGURA 8.1 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA DE FOTOSENSADO



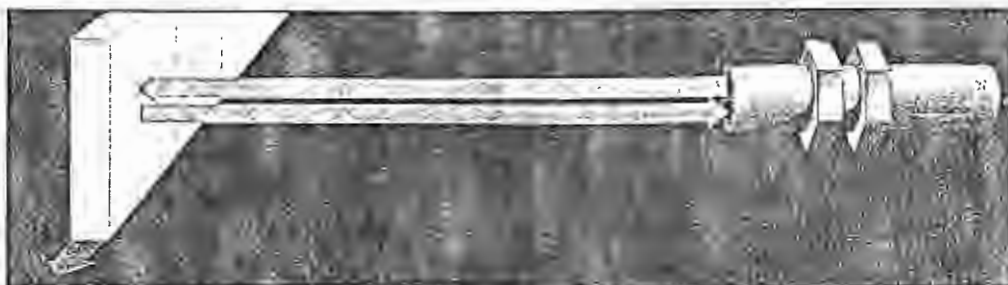
que se active el sistema de halado, por lo que el ciclo vuelve a repetirse y nuevamente al ser detectado el registro por la fotocelda manda la señal de parar al sistema de halado, obteniéndose así los resultados anteriormente detallados.

8.1. Generalidades de los sistemas de fotosensado

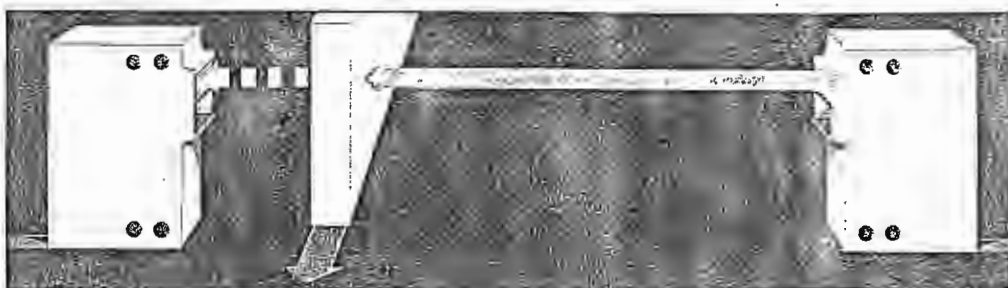
Actualmente los sistemas de fotosensado tienen una amplia variedad de aplicaciones de acuerdo a las necesidades que se presenten. Hace algunos años su aplicación era muy limitada, pero a medida que los procesos industriales se han ido especializando, la necesidad de desarrollar sensores fotoeléctricos ha ido en aumento.

En el mercado nacional se pueden encontrar varias marcas de sensores fotoeléctricos, para diferentes aplicaciones; ver FIGURAS 8.1A y 8.1B. Precisamente por esa razón es necesario definir las características principales del material de empaque para poder seleccionar el tipo de sistema de fotosensado que se deberá instalar en la detección de señal de registro.

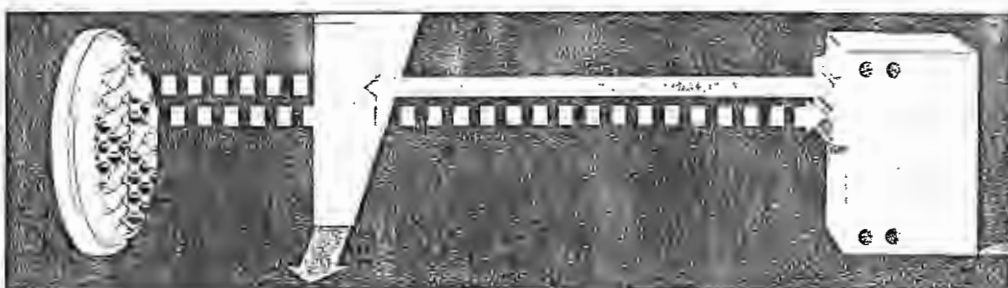
El sistema de fotosensado más comúnmente utilizado para la detección del registro es el conocido como sensor fotoeléctrico de contraste (VER FIGURAS 8.1A, 8.1B y 8.1C); el cual debe ser capaz de diferenciar la mayor cantidad de tonalidades, o sea, que tenga control de sensibilidad, esto es muy importante ya que al tener un rango de regulación el dispositivo puede ser ajustado para que detecte solamente la señal de registro del material



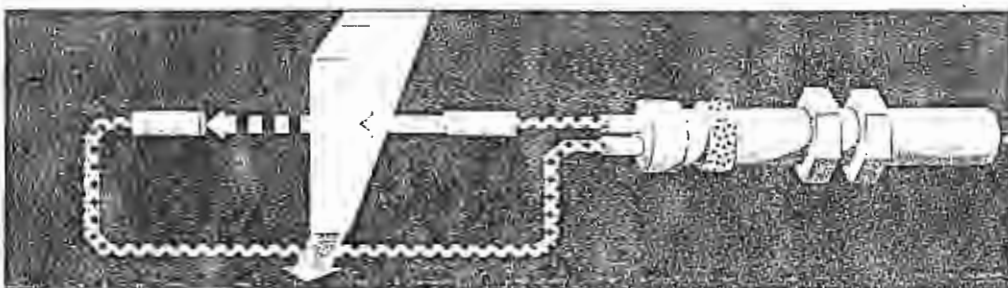
Sensor de reflexión directa



Sensor de barrera



Sensor de retroreflexión



Sensor de fibra óptica

FIGURA 8.1A TIPOS DE SISTEMAS DE FOTOSENSADO

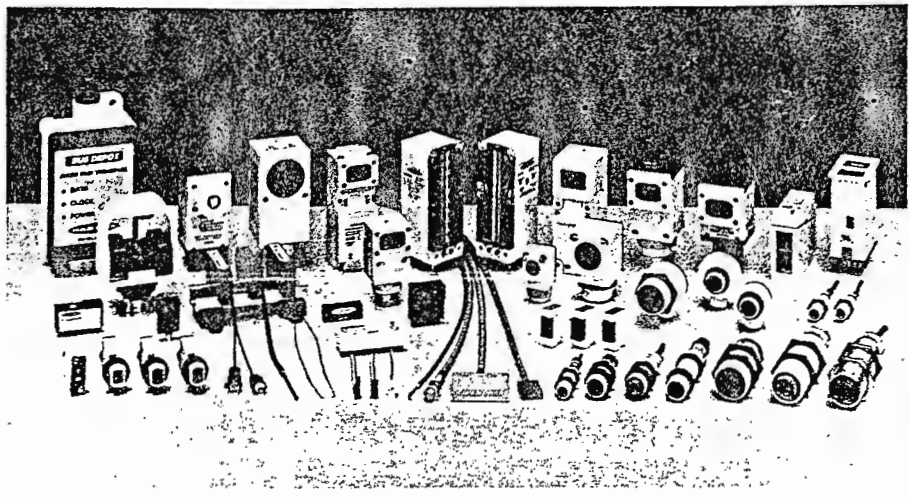


FIGURA 8.1B SISTEMAS DE FOTOSENSADO EN GENERAL

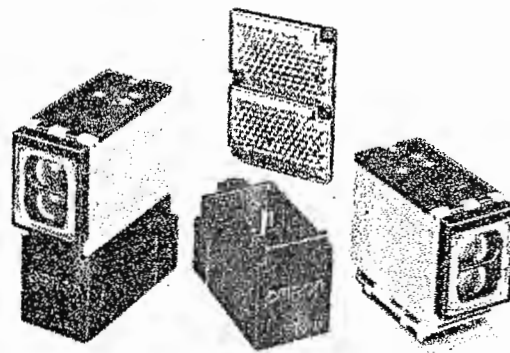


FIGURA 8.1C SISTEMA DE FOTOSENSADO DE CONTRASTES

de empaque (ya que en algunos casos, se trata de material de empaque transparente y en otros el material de empaque es de otro color), por eso es importante que el sensor sea capaz de diferenciar distintas tonalidades de grises (desde el negro hasta el blanco), para poder llevar a cabo la detección de marcas de contraste o por ejemplo barras o códigos impresos en color. Para una buena lectura de la marca de registro, es fundamental que exista una notable diferencia de claridad entre la marca y el fondo, no importando la superficie del material de empaque (rugosa, lisa, brillante, de papel, plástico o metálica).

Entre las aplicaciones más conocidas para este tipo de sensores con las adecuadas marcas de contraste, se pueden contar, clasificar y controlar productos o procesos como por ejemplo:

- ✓ Separación de formularios continuos
- ✓ Control de corte transversal
- ✓ Colocación de etiquetas
- ✓ Posicionamiento de botes y tubos
- ✓ Control de contadores
- ✓ Control de la fecha de caducidad de los productos
- ✓ Detección de códigos, etc.

La función principal del sistema de fotosensado consiste en detectar a través de un haz de luz, el paso de las marcas de registro en el material de empaque. Existe un microswitch que también envía una señal al circuito electrónico antes mencionado; al

coincidir las dos señales (haz de luz del sensor fotoeléctrico y señal del micro), se desactiva el circuito de alimentación del sistema de halado. Esta condición se desactiva cuando la leva deja de accionar el micro, o sea en el siguiente ciclo de máquina.

El sensor fotoeléctrico comúnmente utilizado para la función de detección del registro consta de un cabezal alimentado con energía eléctrica (la magnitud y el tipo dependerá del diseño propio del fabricante). En el caso de que no exista impresión o que ésta sea continua, se podrá desconectar el sistema de fotosensado a través del selector existente en la interfase operador-máquina.

Dada la importancia de este sistema, es necesario que el personal a cargo de la máquina conozca perfectamente las instrucciones de uso e instalación del sistema de fotosensado, ya que un mal uso del mismo dificulta el buen funcionamiento de la máquina.

8.2. Selección del sistema de fotosensado

Para la selección del sensor fotoeléctrico, es necesario definir los parámetros operativos y de construcción de los mismos para adecuarlos a las necesidades de la MEL, se mencionan los principales parámetros a considerar:

Voltaje de alimentación: Es importante considerarlo ya que como se sabe el voltaje de alimentación de la MEL es de 220VAC, por lo que el sensor deberá funcionar con ese rango de voltaje; de lo contrario se deberá proveer al sistema con una fuente adicional de

energía por medio de un transformador y en otros casos con una fuente de DC, dependiendo del tipo de sensor que se esté utilizando.

Condiciones de instalación: ya que en ciertos casos se empacan productos líquidos altamente corrosivos, se debe considerar el material de que están fabricados los sensores, por ejemplo en el caso de empacar lejías, los gases que se desprenden son altamente corrosivos, por lo que se recomienda utilizar sistemas de detección fabricados con materiales resistentes a la corrosión, humedad y que sean de mínimo mantenimiento.

Velocidad de maniobra o de respuesta: en el caso de máquinas empacadoras de gran velocidad es necesario contar con un sensor que responda rápidamente al momento de que la señal de registro pase por el lugar de detección y que el tiempo de recuperación del sensor para estar listo para el siguiente ciclo de máquina sea lo más corto posible.

Accesorios: de acuerdo a la gran variedad de tipos y marcas de sensores, se pueden tener accesorios para los mismos tales como: relés, transformadores, cables, etc., los cuales deben cumplir con los requerimientos de montaje de la máquina que se haya diseñado.

Sensibilidad: es un parámetro muy importante a la hora de elegir un sensor fotoeléctrico, ya que con la regulación de la sensibilidad se obtiene un mejor funcionamiento de la máquina empacadora en términos de precisión y velocidad del sensor.

8.3. Diseño y fabricación del sistema de fotosensado

Se ha diseñado un control de fotosensado de bajo costo, que para la aplicación que se le dará en la máquina empacadora de líquidos se adecúa a las condiciones de funcionamiento que se requieren.

De acuerdo la FIGURA 8.3A, se tiene el circuito electrónico de fotosensado, el cual está compuesto básicamente por una red de polarización para un transistor, cuyas características estarán de acuerdo a la capacidad del relé que se controlará. De la figura se deduce el siguiente análisis:

De las ecuaciones generales para transistores, se tiene:

$$I_C = \beta I_B$$

$$I_B = \frac{V_1 - V_{BE}}{\beta R_4}$$

$$R_4 = 0.1 R_L \quad (1)$$

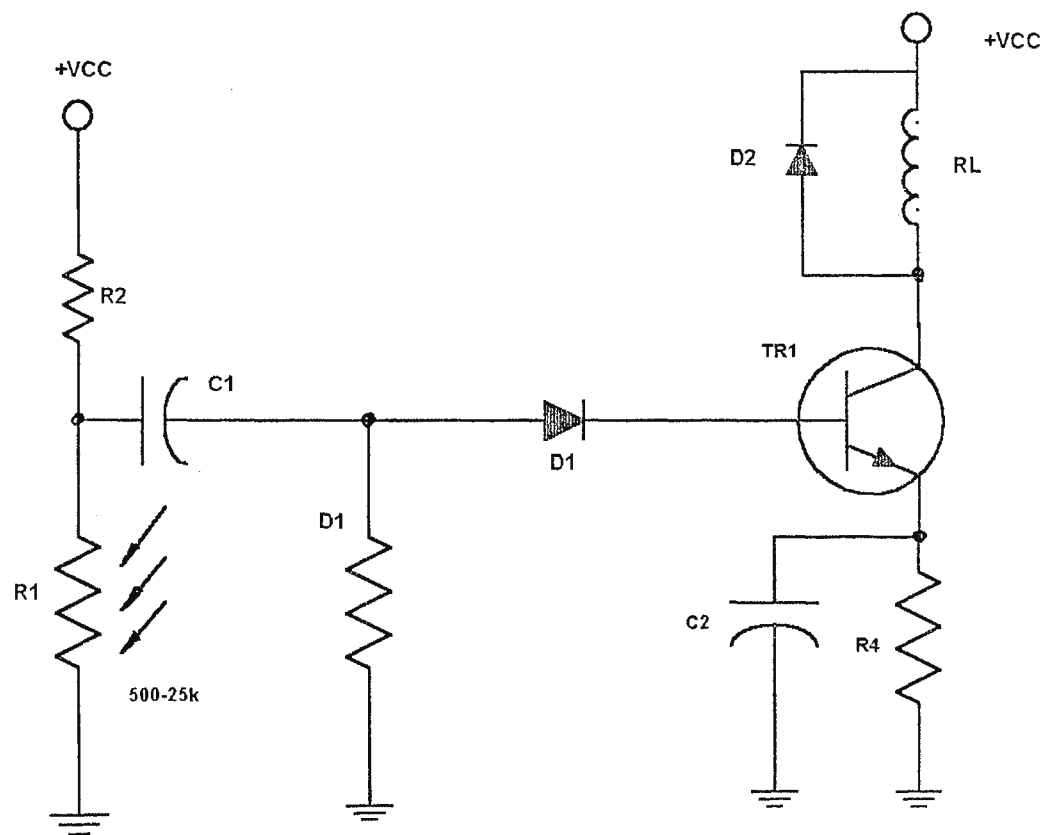
Como primer criterio, se dimensionará a R_4 con un valor del 10% del valor de R_L = Resistencia del relé, por la razón de que debido al beta del transistor que se ha elegido para este caso particular es de 100 y debido a que R_4 funciona como resistencia de polarización se ha tomado como un 10% del valor de R_L .

Luego se procede a calcular la corriente de saturación del transistor:

$$I_{CSAT} = \frac{V_{CC}}{R_L} = \frac{12}{90} = 0.13 \text{ A}$$

$$\text{Como se tiene que : } I_C = \beta I_B$$

FIGURA 8.3A DIAGRAMA ELECTRONICO DEL SISTEMA DE FOTOSENSADO



Para efectos de diseño: $I_c = 0.40$; luego: $I_b = I_c / \beta = 0.4 / 100 = 0.004 \text{ A}$.

La resistencia reflejada del lado de la base de la resistencia R_4 deberá ser:

$R_{e'} = \beta \cdot R_e = 100 \cdot (9) = 900 \text{ Ohmio}$, para luego determinar el voltaje en la base:

$$V_B = I_b \cdot R_{e'} = (0.004) \cdot (900) = 3.6 \text{ Volt}$$

Por lo que también se deduce que R_3 debe ser igual a $R_{e'}$ para obtener una máxima transferencia de potencia; por lo que $R_3 = 900 \text{ Ohmios}$.

Es necesario para el dimensionamiento de R_2 determinar el valor de voltaje V_x , ya que éste nos asegurará que el pico de corriente a través de C_1 dure la constante de tiempo RC completa; por lo que se deduce del circuito que el voltaje en el punto V_x , ver FIGURA 8.3B, será el voltaje obtenido en el divisor de voltaje conformado por R_2 y R_1 (500 ohmios al estar iluminado) y la sumatoria de la caída de voltaje en el diodo, así se obtiene un valor de:

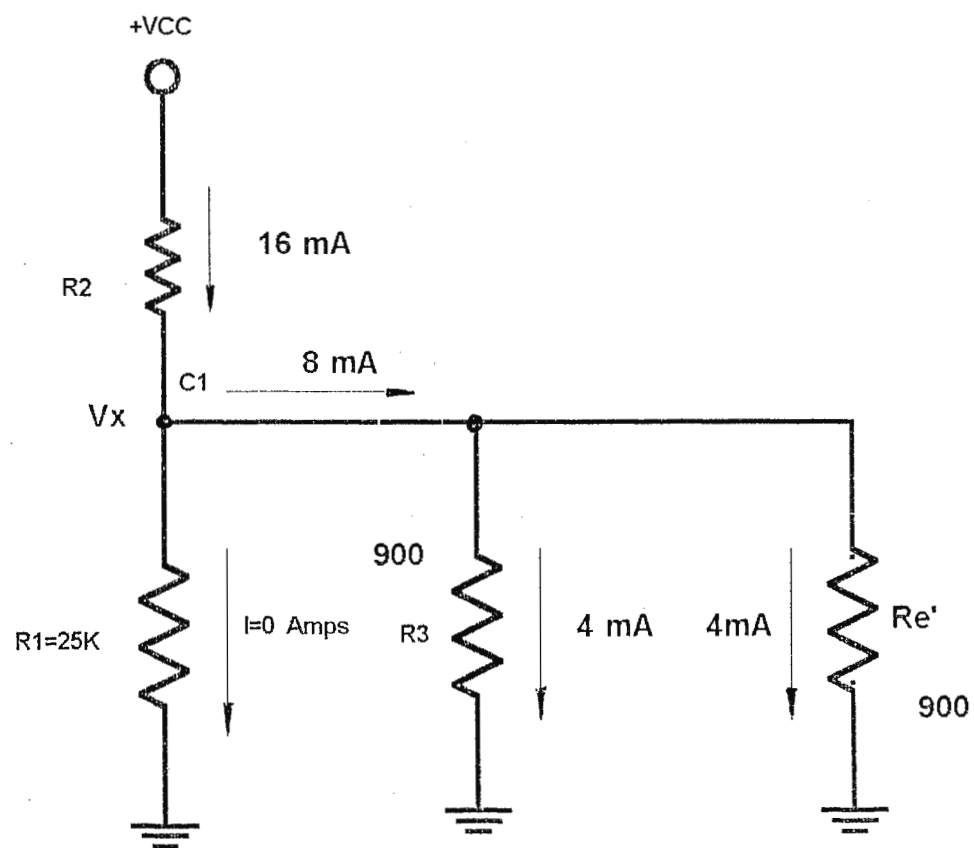
$V_x = 3.6 + 0.7$ (diodo de silicio) $= 4.3 \text{ Voltios}$; entonces para determinar R_2 se tiene:

$$V_x = 4.3 = 12 * \left[\frac{R_1}{R_1 + R_2} \right]$$

Desarrollando la ecuación se obtiene al final:

$$R_2 = 2 R_1 = 2 (500) = 1000 \text{ Ohmios}$$

FIGURA 8.3B DIAGRAMA ELECTRONICO PARA EL ANALISIS DEL SISTEMA DE FOTOSENSADO



Para el dimensionamiento de los capacitores, se tomará en cuenta la constante de tiempo que se desea ajustar para que permanezca activado el relé, por lo que se tiene:

$$\sigma = R.C$$

Asumiendo que se desea que el relé permanezca activado durante un milisegundo, se tiene que :

$$C_1 = \frac{1 \times 10^{-3}}{500} = 20 \mu F$$

Entonces: $C_2 = 2.\beta.C_1 = 2.(100).(10 \times 10^{-6}) = 2000 \mu F$

8.4. Montaje, conexión, pruebas y ajustes del sistema de fotosensado

Se enumeran a continuación los procedimientos más importantes para el montaje, conexión, pruebas y ajustes de de los sistemas de fotosensado:

- ✓ El cabezal de la fotocelda se situará de forma que el haz de luz que emite el sensor, incida directamente sobre la marca de registro del material de empaque.
- ✓ Puede suceder que la condición anterior se cumpla correctamente, pero la impresión quede desplazada con relación al corte y se mantenga sin aumentar ni disminuir dicho desplazamiento, en este caso se moverá el cabezal en sentido contrario al desplazamiento de la marca o registro, observándose que la impresión vuelve progresivamente a centrarse en el corte de la unidad empacada.

- ✓ Puede suceder que en una bobina de material de empaque la distancia entre registros sea de cierta magnitud, pero cuando se desea cambiar el tamaño de la presentación, la distancia entre ellos variará ya sea que se disminuya o se incremente el tamaño de la presentación, la regulación se hará por medio del control de velocidad del sistema de halado de material de empaque, incrementándolo o disminuyendo la velocidad de los rodillos de halado dependiendo del tamaño de la presentación que se desea empacar.
- ✓ Una vez instalado el sensor fotoeléctrico, se procede a realizar las primeras pruebas que consisten en verificar si se esta realizando la función de sensado, por lo que se hace pasar manualmente un material oscuro frente al sensor, si funciona correctamente se procede a verificar la correcta conexión del sensor con el sistema de control y con el sistema de halado del material de empaque. Luego se procede a ajustar la sensibilidad del sensor ya con material de empaque y el debido centrado del mismo.

CAPITULO 9

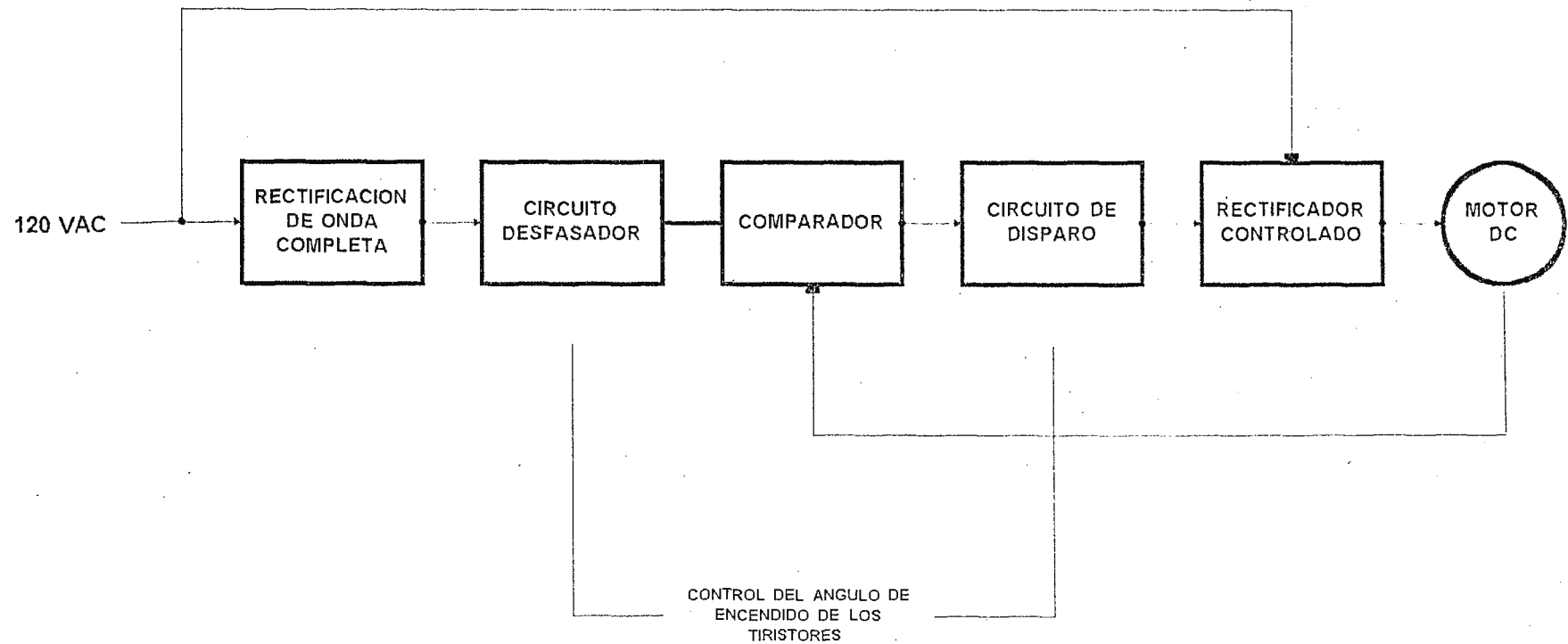
SISTEMA DE CONTROL DE VELOCIDAD DE MOTORES DC

9.1 Diagrama general de bloques y análisis funcional

Tomando como referencia el diagrama funcional de bloques de la FIGURA 9.1A y el circuito de control de velocidad para motores DC de la FIGURA 9.5A, se puede observar que al circuito se le aplica un voltaje de entrada (V_{12} : Voltaje entre los terminales 1 y 2), el cual inicialmente pasa por una etapa de rectificación que es llevada a cabo por medio de un puente rectificador de onda completa (para alimentar al circuito de control del ángulo de encendido de los tiristores), para luego pasar a la etapa de desfase con el objetivo de obtener un mayor rango de regulación del ángulo de disparo de los tiristores, dicho desfase es llevado a cabo por una red RC compuesta por C2 y R5.

Una vez desfasada la señal, llega a una etapa de comparación (punto 3, FIGURA 9.5A), que es la que permite que el motor DC mantenga sus condiciones de velocidad y torque cuando existan variaciones de carga en el sistema de halado del material de empaque; para luego pasar al circuito de disparo el cual se encarga de enviar las señales a las compuertas de los tiristores (SCR's), para llegar al final a las terminales de alimentación (3 y 4) del motor DC.

FIGURA 9.1A DIAGRAMA FUNCIONAL DE BLOQUES DEL CONTROLADOR DE VELOCIDAD PARA MOTORES DC



9.2 Métodos de regulación de velocidad de motores de CD

Para las máquinas empacadoras de líquidos, se requiere de dos motores, el del sistema de halado de material de empaque (1/8 HP) y el del sistema de control (1/30 HP). Ambos son motores de CD de imán permanente y además están compuestos por una caja reductora de velocidad que permite obtener un mayor torque en el eje de salida y por supuesto una mejor regulación de velocidad.

La mejor característica de los motores de CD para su uso en máquinas empacadoras, es que permiten realizar amplias variaciones de velocidad. La regulación de velocidad de un motor de CD se define por la siguiente fórmula:

$$SR = \frac{\eta_{sc} - \eta_{pc}}{\eta_{pc}} \times 100\%$$

Donde:

SR : Regulación de velocidad en porcentaje

η_{pc} : Velocidad a plena carga

η_{sc} : Velocidad en vacío

Esta es aproximadamente la forma de la característica par-velocidad; un resultado positivo de SR significa que la velocidad del motor decrece con el incremento de la carga y un valor de SR negativo quiere decir que la velocidad del motor se

incrementa al aumentar la carga. La magnitud del valor de SR indica la pendiente de la curva par-velocidad.

El circuito equivalente de un motor de CD, dado que físicamente es igual que un generador de CD, excepto por el sentido de circulación de la corriente (de ahí se obtiene la segunda característica por la cual se elige un motor de CD, debido a la posibilidad de obtener un frenado inmediato con un sistema de bajo costo, porque cuando se deja de aplicar energía al motor se convierte en generador y se frena por medio del método de frenado dinámico).

El voltaje inducido en un motor de CD está dado por la ecuación:

$$E_A = K \cdot \phi \cdot \omega$$

Donde:

E_A : Voltaje inducido en el motor de CD

K : Constante que depende los aspectos constructivos del motor

ϕ : Flujo magnético en la máquina

ω : Velocidad del rotor de la máquina.

El par producido por el motor de CD está dado por:

$$\tau_{prod} = K \cdot \phi \cdot I_A$$

Donde:

τ_{prod} : Torque producido por el motor

K : Constante que depende de la construcción de la máquina

ϕ : Flujo magnético en la máquina

I_A : Corriente de armadura (o rotor) de la máquina

Cuando la armadura o rotor del motor de CD gira se genera un voltaje de velocidad. Si el circuito de campo permanece conectado a la línea (para el caso de motores CD de imán permanente los imanes generan un campo magnético permanente), pero se desconecta la armadura y reconecta a una resistencia, la máquina en efecto cambia de motor a generador, la corriente de armadura se invierte al igual que el torque, produciéndose así el efecto de frenado dinámico. La resistencia de frenado debe tener un valor óhmico que limite la corriente máxima de armadura a la magnitud permisible. El máximo torque de frenado de origina inmediatamente después de la conmutación y al llegar la velocidad a cero, no se genera voltaje, no hay circulación de corriente y no se desarrolla torque.

El método de regulación de velocidad para motores de CD, dependerá del tipo de motor que se utilice en la máquina empacadora, como se puede deducir de la ecuación de velocidad para máquinas de CD; $\omega = V_A/K\phi$; la misma sugiere las formas de regular la velocidad en motores de CD ya que tanto V_A , como $K\phi$ pueden variarse.

Se mencionan a continuación los métodos utilizados para control de velocidad de motores de CD:

- Control por armadura: (V_A variable, ϕ constante), se aplica solamente para motores Shunt y compuestos (no se aplica para motores serie). A velocidad nominal o base $V_A = V_L$, si se restringe la magnitud del voltaje nominal, se produce un decremento en la velocidad, para obtener este efecto se utilizan dos métodos:
 - A. Voltaje de línea nominal con una resistencia variable en serie con la armadura, o con menor frecuencia, un divisor de tensión variable a través de V_L y la armadura colocada a la salida del divisor.
 - B. Suministrar la potencia de armadura desde una fuente separada cuyo voltaje de salida es controlable conocido como sistema Ward-Leonard.
- Control por campo: (V_A constante, ϕ variable), el valor más alto de corriente de campo y ϕ ocurre cuando se aplica V_L directamente al campo, aunque no se puede incrementar por encima de este valor, si se puede disminuir por medio de un reóstato o una fuente variable en serie con el campo, esto reduce el flujo y origina velocidades superiores a las de la base.
- Control por V_A variable y ϕ variable, aunque menos común que los dos anteriores, permite un ajuste más preciso de la velocidad, dependiendo del valor de cada elemento, la velocidad puede regularse por arriba y por debajo de la velocidad base o nominal.

9.3 Criterios de selección para motores eléctricos

Se deberán tener en cuenta las siguientes variables:

- Fuente de alimentación: la más utilizada u conocida es la monofásica 120 240 Voltios. Motores monofásicos conectados correctamente en sistemas trifásicos funcionan adecuadamente; los motores trifásicos no pueden ser conectados a un sistema monofásico. Los motores de CD por supuesto debe contar con una fuente de alimentación de CD o tomar energía de la red de alimentación AC y rectificarla para su uso en la máquina de CD.
- Tipo de motor: se refiere a si se trata de un motor AC o DC, de acuerdo a la fuente de alimentación y a la aplicación.
- Potencia y velocidad: Se deberán considerar de acuerdo a la carga que manejarán y la velocidad (o rangos de velocidad que desea obtener).
- Rodamientos: Si las cargas que se manejan son livianas, se pueden elegir motores con bujes de bronce u otro material, si las cargas van de medianas a grandes, seleccionar motores con rodamientos de bola.
- Encapsulado (carcasa): Se refiere al medio donde se instalará el motor, puede ser sellado, con ventilación abierta, contra explosiones (de acuerdo a NEMA 1.26.3)
- Dimensiones de montaje: algunas aplicaciones donde se tiene espacios físicos restringidos es necesario elegir un motor con las características anteriores y con el tamaño adecuado.

- Protección térmica: deberá cumplir con el artículo 430 del National Electric Code.
- Ciclo de trabajo: considerar si se trata de trabajo intermitente o continuo

9.4 Criterios de diseño para la selección del sistema de regulación de velocidad

Las variables principales a considerar para la selección del controlador de velocidad para motores DC son:

- Voltaje de operación: De acuerdo a este parámetro, la elección del controlador estará determina principalmente por el voltaje de operación del motor que se utilizará, por lo tanto al momento de adquirir el controlador, tomar en cuenta el rango de voltaje de operación del mismo y el voltaje de operación del motor.
- Potencia: Al igual que el parámetro anterior, dependiendo de la potencia de motor, así se deberá seleccionar la capacidad del controlador y se deberá considerar un factor de seguridad de al menos un 20% para el controlador.
- Realimentación: El controlador tiene que tener un circuito de realimentación de señal de voltaje para así poder compensar la disminución de velocidad del motor cuando existan incrementos de carga en su eje. Además, la respuesta de compensación deberá ser lo más rápida posible.

- Eficiencia y costo: Se refieren al consumo de energía del controlador vrs. energía entregada al motor DC, para el caso de controladores electrónicos, la eficiencia es elevada. El costo es quizá la variable más importante a considerar, ya que se deberá adquirir el controlador que cumpla con todas las características antes mencionadas y que tenga el menor costo; esto dependerá de los fabricantes de controladores.

9.5 Diseño electrónico de un regulador de velocidad para motores de CD. Memoria de Cálculo.

El controlador de velocidad electrónico, tiene como función controlar el flujo de potencia eléctrica hacia el motor de CD. Como se pudo observar en el diagrama funcional de bloques de la FIGURA 9.1A, el circuito se compone de varias etapas como lo son las de rectificación, desfasamiento, comparación y disparo.

Se describirá cada una de las etapas con el propósito de establecer criterios de diseño para luego pasar al diseño en concreto.

Tomando como referencia el circuito de la FIGURA 9.5A, se puede observar que la rectificación de onda completa se realiza mediante el puente de diodos D7, D8, D9 Y D10. La tensión V_{12} , es aplicada entre los terminales 1 y 2. El rendimiento del

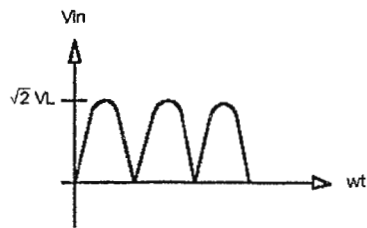
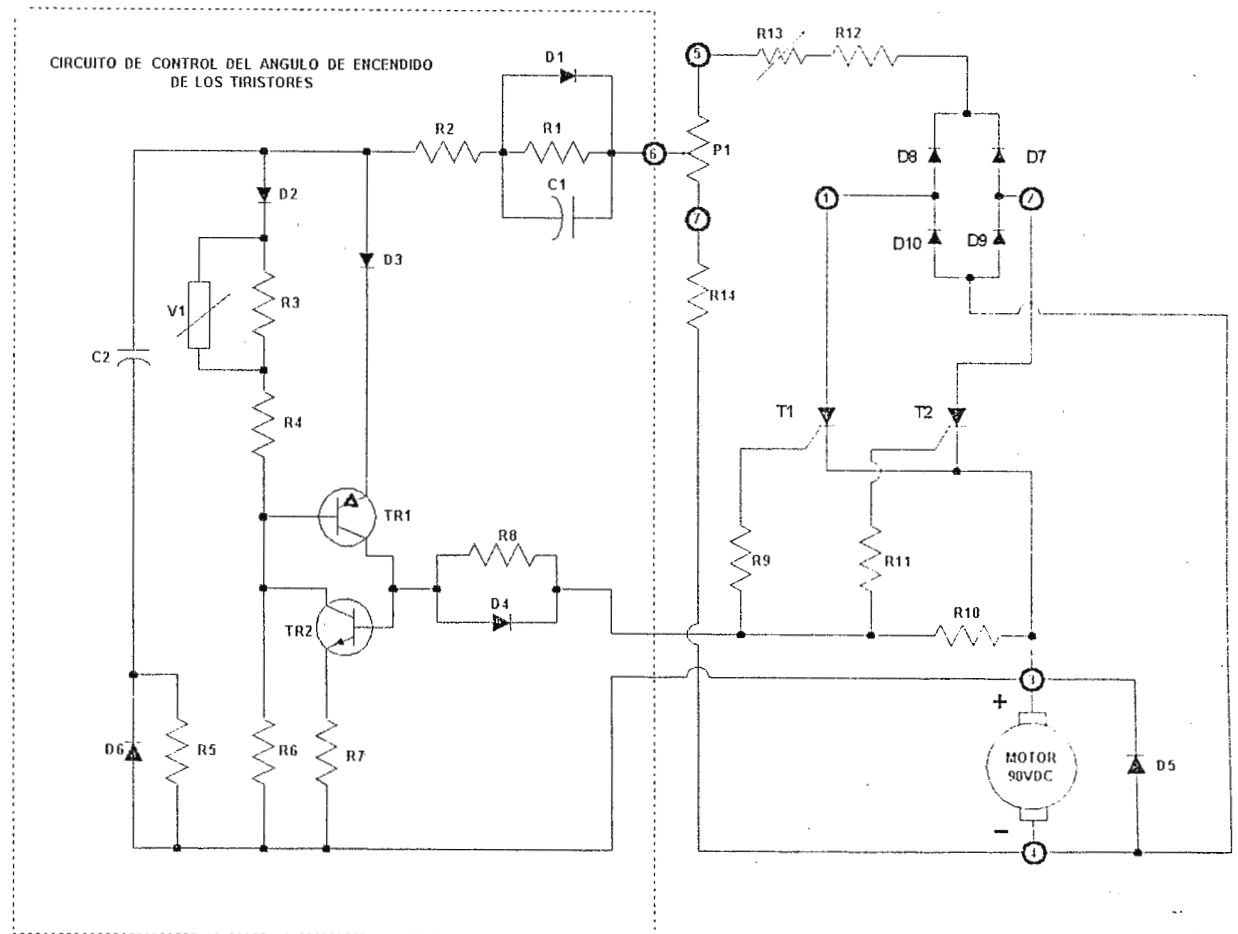


FIGURA 9.5A DISEÑO ELECTRONICO DE REGULADOR DE VELOCIDAD PARA MOTORES DC



puede producir una onda de voltaje como la que se muestra en la FIGURA 9.5A; esta señal se aplica entre las terminales del divisor de voltaje formado por R12, R13, P1 y R14. La salida de este divisor de voltaje es :

$$V_{4-6} = \sqrt{2} \cdot V_L \left[\frac{R_1}{R_1 + R_2} \right]$$

Siendo:

V_{4-6} : Voltaje entre los terminales 4 y 6 del circuito de la FIGURA 9.5A

$\sqrt{2} \cdot V_L$: Voltaje de alimentación del circuito de disparo (V_{in})

R_1 : R_{14} + la porción de P_1 hasta la posición del cursor del mismo

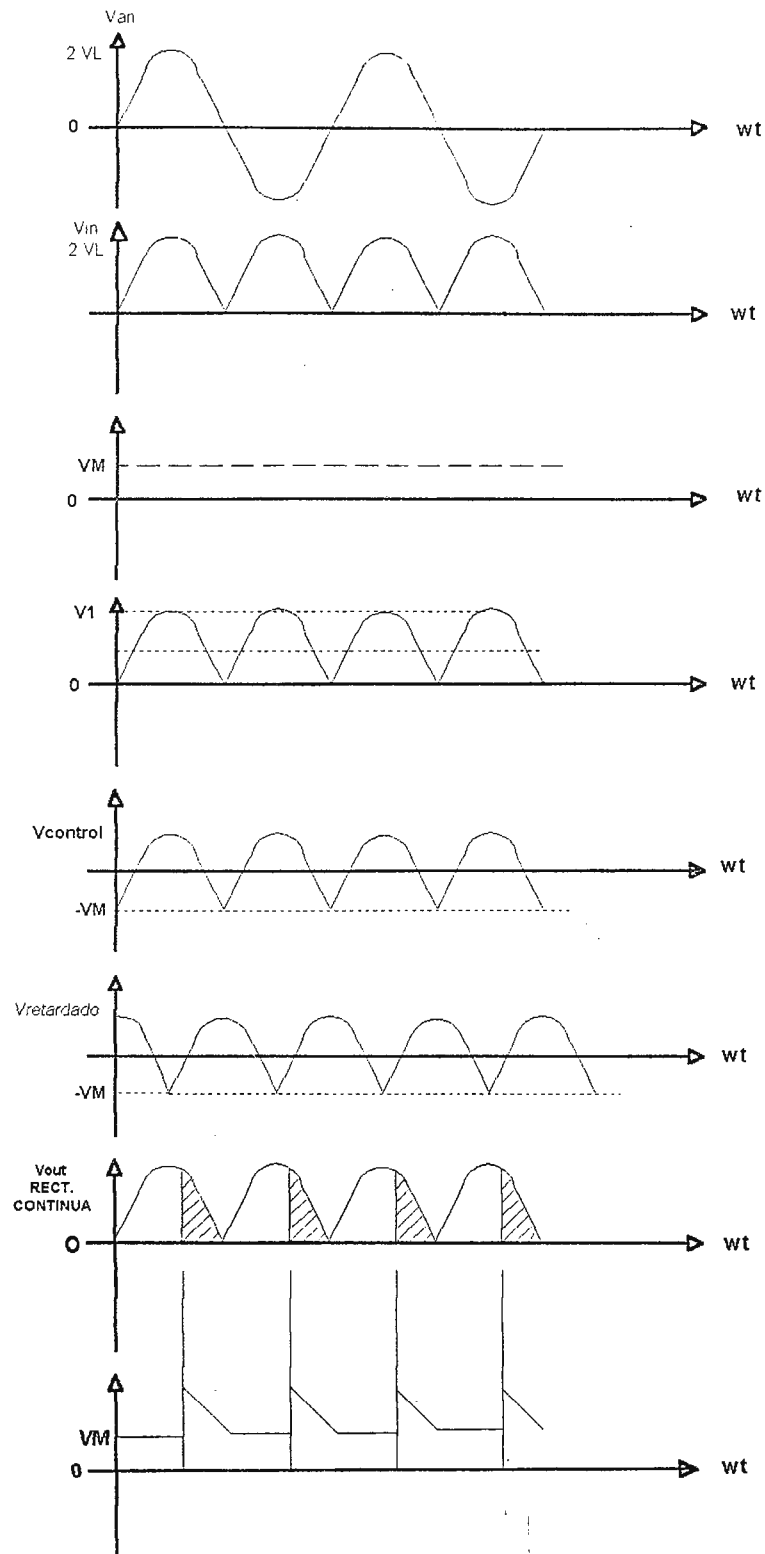
R_2 : $R_{12} + R_{13}$ + la porción de P_1 hasta la posición del mismo

Considerando que el motor funcionará en un rango de velocidad entre un valor mínimo y un valor máximo, entonces el voltaje en las terminales del motor también fluctuará entre un valor mínimo y un valor máximo. Debido a eso, R_{14} se dimensionará para obtener el máximo retardo en el encendido de los tiristores (mínima velocidad) y R_{12} en conjunto con R_{13} , se dimensionan para mínimo retardo de encendido (máxima velocidad). El valor de P_3 se deduce dependiendo de la amplitud del rango del control de velocidad; por lo tanto se debe tomar en cuenta que la señal de entrada al circuito de control del ángulo de encendido es una señal compuesta, como se indica:

$$V_{CONTROL} = V_1 - V_M$$

Esto es así por que el circuito tiene su referencia conectada a la terminal positiva del motor, en tanto que V_1 es con respecto a la terminal negativa del motor.

FIGURA 9.5B FORMAS DE ONDA DEL SISTEMA DE CONTROL DE VELOCIDAD DE MOTORES DC



El encendido es factible cuando la onda de V_1 (que es una réplica proporcional a V_{in}) sobrepasa a V_M ; es entonces cuando TR_1 se polariza para conducir un pulso de excitación a las compuertas de T_1 y T_2 .

Sin embargo, para producir un margen mayor de control del ángulo de encendido se dispone de una red desfasadora formada por R_5 , C_2 , R_2 y R_1 , la cual retrasa la señal de voltaje con respecto a $V_{CONTROL}$. Esta señal retrasada es la que alimenta los transistores TR_1 y TR_2 para producir el encendido de los tiristores.

El transistor TR_2 , tiene como función garantizar la conmutación del TR_1 al poner en paralelo R_7 con R_6 y aumentar la polarización del transistor 1 vía D_3 . El VDR (Voltage Dependent Resistor, Resistencia Dependiente del Voltaje) $V1$, funciona como un elemento de protección, pues si el valor de $V_{CONTROL}$ es muy alto, entonces en la base del TR_1 aparecerá una tensión mayor, disminuyendo su conducción a un nivel seguro para las compuertas.

La red formada por $D4$ y $R8$ permite descargar el pulso de encendido a los tiristores (vía $D4$) y al mismo tiempo protege a los transistores de cualquier señal proveniente del circuito de potencia.

El pulso de encendido controla el flujo de potencia de la red hacia el motor, a través de un puente de rectificación controlada, formada por $D9$, $D10$, $T1$ y $T2$. El

rendimiento de este puente es aplicado a las terminales (+) y (-) del motor. En la FIGURA 9.5B, se muestran las formas de onda del sistema de control.

El propósito de colocar la referencia del circuito de control del ángulo de encendido en la terminal positiva del motor es proveer una realimentación de tal manera que los incrementos de velocidad (mayor voltaje inducido en la armadura) produzca mayor retardo de encendido y en consecuencia se compense suministrando menos potencia al motor, estabilizándose con esto el funcionamiento del motor (compensación automática de la velocidad).

El punto de partida para el cálculo de los componentes del circuito, es la potencia del motor, lo que a su vez define el valor de corriente nominal del sistema (I_N); los tiristores T1 y T2, se seleccionan de tal forma que su capacidad de corriente I_{RMS} sea al menos tres veces I_N , o sea:

$$I_{SCR} = I_{RMS} = 3.I_N$$

El voltaje debe de ser aproximadamente:

$$V_{SCR} = V_{RMS} = 3.V_{1-2}$$

Esto se aplica también a los diodos D9 y D10. Para la excitación de las compuertas, debe considerarse el voltaje en CD y la corriente en las compuertas para encendido en CD, o sea, se necesita tomar el dato del fabricante (manual) de V_G e I_G .

Por lo tanto, la corriente que debe manejar TR1 por su colector es:

$$I_{C1} = 2.I_G + I_{B2} + I_{R10}$$

I_{B2} es la corriente de base de TR2, que por ser pequeña en relación a I_{C1} , se puede despreciar. Por lo tanto:

$$I_{C1} = 2.I_G + I_{R10}$$

Por otro lado debe cumplirse que:

$$(I_{R10}).(R10) = (R9).(I_G) + V_G = (R11).(I_G) + V_G$$

TR1 se selecciona con una capacidad de corriente de colector de por lo menos el triple de I_{C1} , o sea:

$$I_C = 3I_{C1}$$

El voltaje de colector-emisor, deberá por lo menos ser el doble del valor máximo del $V_{CONTROL}$, que es aproximadamente:

$$V_{CE} = (0.6).(0.5)V_L = 0.3V_L$$

El factor 0.6 es la relación máxima del divisor de voltaje, formada por R12, R13, P1 y R14. El factor 0.5 es la relación máxima del divisor de voltaje formado por R1, R2 y R6.

TR2, se debe seleccionar con una capacidad de corriente de al menos de:

$$I_{C (TR2)} = \frac{I_{C(TR1)}}{\beta_1}$$

También para TR2:

$$V_{CE} = (0.6).(0.5)V_L = 0.3. V_L$$

Siendo β_1 y β_2 (ó hfe1 y hfe2) las ganancias de los transistores. Estas deben ser de alrededor de 100.

Para un valor de P1 de 10KOhmios, el valor de R13 y R14 debe ser similar, con el propósito de obtener un rango de control, aproximadamente entre un 30% a un 100% de la velocidad del motor. El valor de R12 no es crítico, pero no debe ser menor que 30% ni mayor del 50% del valor de R13.

El valor de R2, debe ser tal que la red formada por R5 y C2, produzca un desfase de al menos 60% de la señal $V_{CONTROL}$; además debe permitir el flujo promedio de una corriente igual a I_{C1} .

La caída de voltaje a través de R7 debe ser igual que a través de R10. Dicho voltaje también es igual:

$$I_{G(T1)} \cdot R_{11} + V_{G1} = I_{G(T2)} \cdot R_9 + V_{G(T1)}$$

Con este dato puede calcularse R10 de tal manera que:

$$I_{(R10)} = 0.5 \cdot I_{G(T1)}$$

Luego el valor de:

$$I_{C(TR1)} = 2I_G + I_{(R10)} + I_{B(TR2)}$$

Pero $I_{B(TR2)}$, es muy pequeña por lo que puede despreciarse.

La corriente que manejará R6 es βI veces menor que $I_{E(TR2)}$, por lo que su valor debe ser $\beta I R7$. En éstas condiciones, la caída de voltaje a través de R6 será igual a la caída de voltaje a través de R7 + $V_{CE(TR2)}$.

El conjunto de resistencias $(R3//V1) + R4$, debe dimensionarse de tal manera

que:

$$V_{R6} = \frac{R6}{(R3//V1) + R4 + R6} \text{ (Volts)}$$

Siendo V el voltaje del nodo al que está conectado C2 con respecto a la referencia; $V(R6)$, es la caída de voltaje a través de R6.

Los diodos D2, D3 y D4 protegen a los transistores contra los voltajes de reversa, en tanto que D6 permite la descarga instantánea de C2 para producir el pulso de las compuertas.

9.6 Recomendaciones para el montaje mecánico de motores y conexiones eléctricas

Al momento de ensamblar los motores eléctricos en la máquina empacadora, se deberán considerar las siguientes recomendaciones:

- El motor de los rodillos de halado, se montará de acuerdo al espacio físico de la máquina empacadora, así por ejemplo, si es espacio dentro del panel de control es pequeño, se deberá pensar en un montaje del motor perpendicular al eje de los rodillos de halado (acoplado por medio de piñones cónicos a 45°), si el espacio lo permite, el motor se acopla directamente al eje de los rodillos (por medio de un acople con tornillos prisioneros), de acuerdo al diseño de la máquina empacadora se puede pensar también en acoplar el motor con el eje de los rodillos de halado por medio de piñones de cadena.
- La base de los motores (de rodillos y levas), deberá sujetarse de una forma segura al chasis de la máquina, por medio de pernos con sus respectivas arandelas planas y de presión, con aprete de al menos de 60 Lbs-pulg².
- El motor del sistema de control (levas), deberá estar montado en una base que permita que los micro interruptores puedan ajustarse (acercar o alejar) del sistema de levas, para su adecuada activación y su fácil desmontaje para revisiones o reparaciones. El eje de levas se acopla directamente al motor DC de 1/30 HP y el otro extremo debe ir montado sobre un buje de bronce el cual debe tener acceso para lubricación (grasera)

- Verificar la correcta alineación y perpendicularidad de los motores y los acoples de tal forma que no existan movimientos desbalanceados, ruidos extraños o atascamientos al momento de que se encuentren funcionando.
- La conexión eléctrica se deberá hacer por medio de terminales abiertas y aisladas, las cuales se atornillarán en la bornera de la tarjeta electrónica de regulación de velocidad, si las terminales del motor son muy cortas, se deberá utilizar uniones aisladas de entallar para unir los cables (evitar en la manera de lo posible realizar las uniones de cables con cinta aislante).

CAPITULO 10

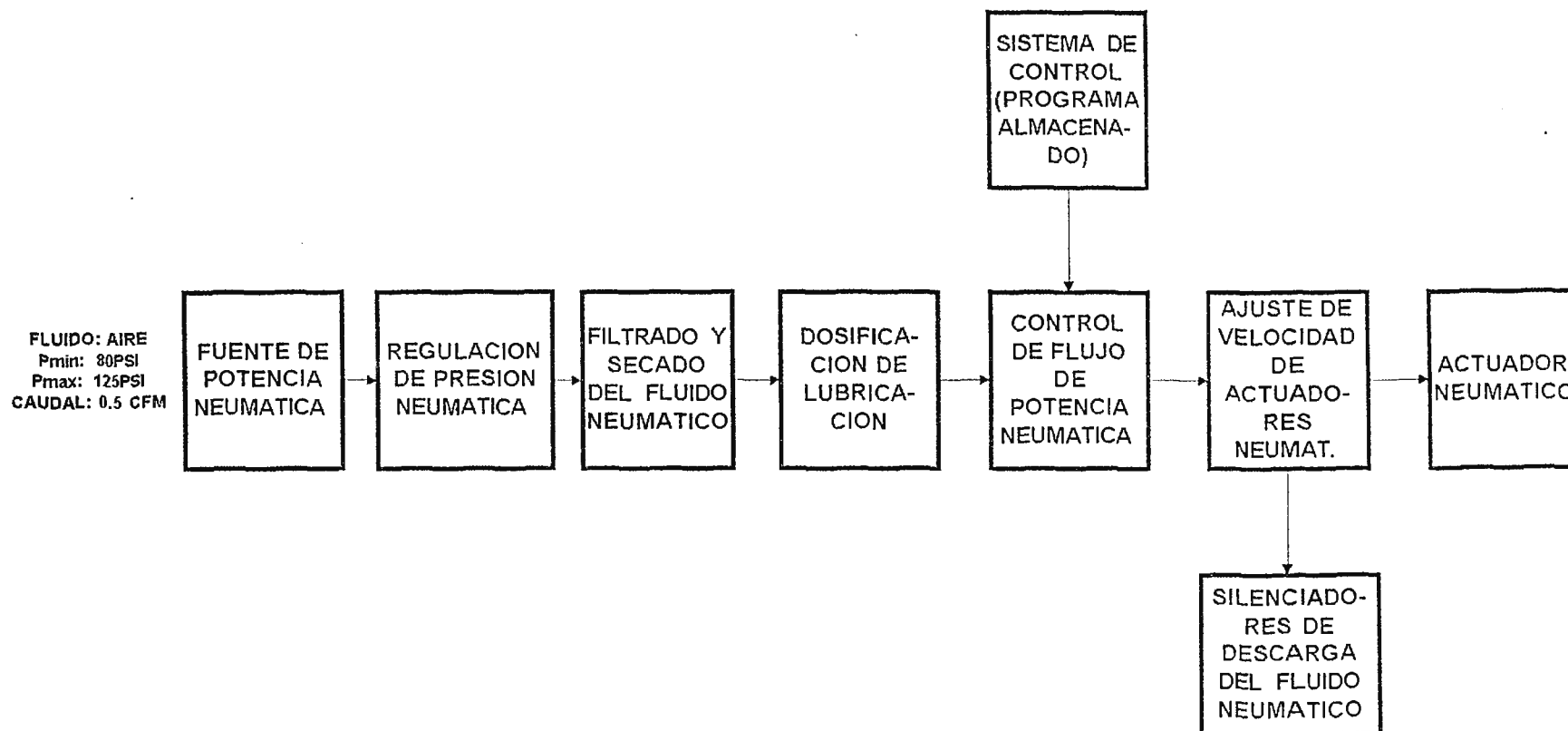
SISTEMA DE POTENCIA NEUMATICA

10.1 Diagrama general de bloques y análisis funcional

De acuerdo al diagrama funcional de bloques de la FIGURA 10.1A, se puede verificar que las variables principales de entrada al sistema son: Presión mínima, presión máxima y caudal, las cuales son proporcionadas por una fuente de potencia neumática (compresor, el cual será dimensionado de acuerdo a las características del sistema que hará uso de él), así como también debe contar con un dispositivo capaz de realizar la función de control de la presión neumática para evitar posibles daños en los demás dispositivos del sistema neumático.

El aire que se inyectará al sistema deberá contener la menor cantidad posible de partículas sólidas y de agua, por lo que es necesario instalar, de ser posible, un sistema de filtrado de partículas sólidas y un sistema de filtrado de humedad (si el caudal o demanda del sistema es grande), esto se logra instalando después del regulador de presión, un filtro secador (en el mercado existen varios tipos de filtros secadores de acuerdo a la aplicación deseada, aunque de ser posible se recomienda un filtro secador con sistema de drenaje automático, para obtener pérdidas de tiempo por mantenimiento).

FIGURA 10.1A DIAGRAMA FUNCIONAL DE BLOQUES DEL SISTEMA NEUMATICO DE MELS

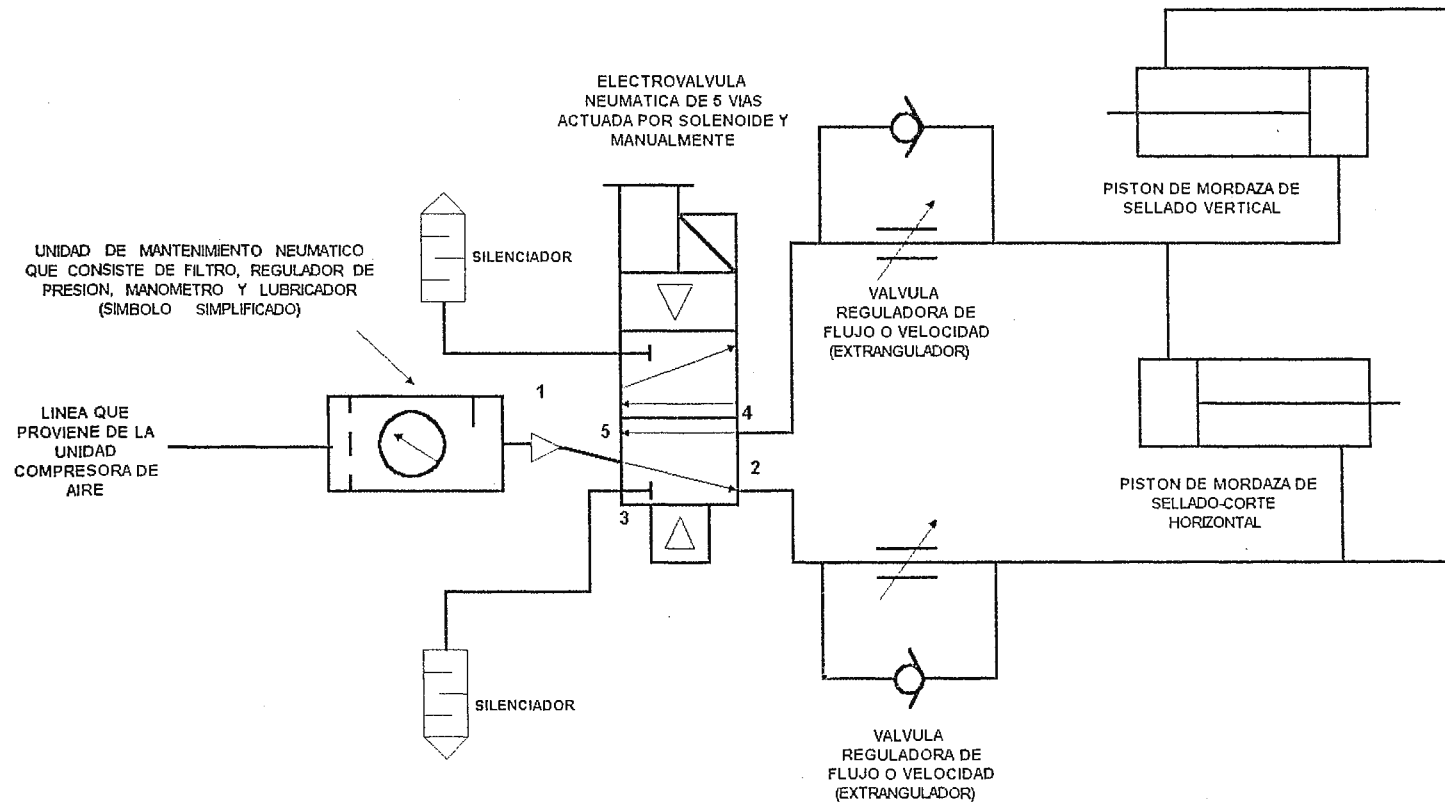


Una vez ya secado el aire que se le inyectará al sistema, es indispensable que al mismo se le incorporen partículas de lubricante, para que todos los dispositivos que hacen uso de aire comprimido para su funcionamiento, permanezcan siempre lubricados y por lo tanto, que funcionen correctamente. La incorporación de lubricante al aire, es llevada a cabo por medio de un dispositivo que se regula manualmente para dosificar cantidad de lubricante deseada al sistema (para una máquina empacadora de líquidos, se ha logrado determinar de forma práctica que con una dosificación de 20 gotas por minuto, se logra un eficiente funcionamiento del sistema neumático).

Cuando la presión del aire haya sido regulada, se encuentre limpio y lubricado, se hace llegar por medio de una tubería al bloque funcional denominado “control de flujo de potencia neumática”, el cual tiene como función principal, dirigir el flujo de aire en el sentido deseado, o sea, enviar el aire comprimido a los elementos actuadores (pistones) para que éstos efectúen la función deseada (extensión y retracción); como puede verificarse en la FIGURA 10.1A, la función de control de flujo de potencia neumática es llevada a cabo por medio de una señal que proviene del sistema de control. El dispositivo encargado de realizar la función de control del flujo del aire comprimido es una electroválvula de 5 vías, la cual se simboliza junto con todo el circuito neumático de la máquina empacadora de líquidos en la FIGURA 10.1B.

Luego de pasar por la electroválvula de control de flujo, el aire es sometido a la acción de otros dispositivos que permiten regular la velocidad con que trabajarán los

FIGURA 10.1B CIRCUITO NEUMATICO GENERAL PARA UNA MAQUINA
EMPACADORA DE LIQUIDOS



elementos actuadores, dichos elementos son conocidos en nuestro medio como estranguladores o reguladores de velocidad neumáticos, los cuales básicamente restringen el paso del aire hacia el medio exterior, provocando una contra presión dentro del actuador neumático. Adicionalmente se colocan junto a los estranguladores, silenciadores, los que tienen como función principal la de disminuir a un nivel aceptable y no dañino, el nivel de ruido al momento de la descarga del aire utilizado por el sistema neumático.

Al final se logra que los elementos actuadores funcionen adecuadamente con aire de calidad, mantenimiento mínimo y con un nivel de ruido por debajo de las establecidas por las normas laborales.

10.2 Criterios de selección y montaje del sistema de alimentación neumática

Al momento de diseñar una máquina empacadora, el correcto dimensionamiento de los elementos que componen el sistema neumático es vital para el buen funcionamiento de la máquina ya que de él depende que se logre un buen sellado en el material de empaque, por ello se debe determinar en primer lugar el tipo de material de empaque que se utilizará y sus características principales tales como: presión, tiempo y temperatura para obtener un buen sellado.

Tomando como referencia que la presión de contacto para obtener un buen sellado debe ser entre 9 y 12 libras por pulgada cuadrada (PSI) en las mordazas, de ahí se obtiene la fuerza que debe ejercer el pistón. Suponiendo que la cara de ataque de las mordazas tiene 1" de ancho y 9" de longitud, se obtiene un área de 9 pulg², la fuerza que deberá ejercer el pistón será:

$$F_{\text{PISTON}} = P_{\text{CONTACTO}} \cdot A_{\text{CONTACTO}}$$

$$F_{\text{PISTON}} = 12 \times 9$$

$$F_{\text{PISTON}} = 108 \text{ Libras}$$

Entonces, la presión neta del pistón será:

$$P_{\text{PISTON NETA}} = F_{\text{CONTACTO}} / A_{\text{PISTON}}$$

Donde:

$P_{\text{PISTON NETA}}$: Presión interna neta en el pistón

F_{CONTACTO} : Fuerza ejercida por el pistón

A_{PISTON} : área del émbolo del pistón (tomando 1.5")

Luego:

$$P_{\text{PISTON NETA}} = (4 \times 108) / (\pi \cdot D^2)$$

$$P_{\text{PISTON NETA}} = 61.11 \text{ PSI}$$

Una vez utilizado el aire para realizar su función de extensión o contracción de los pistones, el aire es evacuado al medio ambiente, pero se realiza a través de dos

válvulas reguladoras de flujo (extranguladores), por lo que se produce una contrapresión interna en los pistones, así:

$$P_{\text{REAL EN EL PISTON}} = P_{\text{PISTON NETA}} + C_{\text{PRESION DEL EXTRANGULADOR}}$$

Donde:

$P_{\text{REAL EN EL PISTON}}$: Presión real en el interior del pistón

$P_{\text{PISTON NETA}}$: Presión neta en el pistón

$C_{\text{PRESION DEL EXTRANGULADOR}}$: Contra presión provocada por el extrangulador

(30 PSI)

Luego:

$$P_{\text{REAL EN EL PISTON}} = 61.11 + 30$$

$$P_{\text{REAL EN EL PISTON}} = 91.11 \text{ PSI}$$

La capacidad mínima de caudal que debe suministrar la unidad compresora de aire al sistema neumático de la máquina empacadora se determinará de acuerdo al volumen de los actuadores neumáticos y de la velocidad máxima de producción de la máquina empacadora, así:

Como se determinó, se tienen actuadores neumáticos de 1.5" de diametro y 3.5" de longitud; se obtiene un volumen de:

$$V_{\text{PISTON}} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot L$$

$$V_{\text{PISTON}} = \frac{\pi \cdot (1.5)^2}{4} \cdot (3.5)$$

$$V_{\text{PISTON}} = 6.18 \text{ Pulg}^3$$

Como la máquina empacadora cuenta con dos pistones (uno para cada mordaza), se tiene:

$$V_{\text{PISTONES}} = 12.37 \text{ Pulg}^3$$

Dependiendo de los volúmenes de llenado de las unidades a empacar, así será la velocidad de producción de la máquina empacadora; como ejemplo se tomará que la máquina es capaz de producir 40 unidades por minuto; entonces se consumirá un volumen de aire de :

$$V_{\text{TOTAL POR MINUTO}} = 12.37 \times 40 = 494.4 \text{ Pulg}^3 \text{ por minuto}$$

$$V_{\text{TOTAL POR MINUTO}} = 0.286 \text{ CFM (Cubic Feet per Minute)}$$

Por lo tanto la unidad compresora de aire deberá tener una capacidad mínima de suministro de aire a presión de 0.286 pies cúbicos de aire por minuto a una presión de 91.11 libras por pulgada cuadrada.

En los diagramas de flujo de las FIGURAS 10.2A y 10.2B, se muestran los criterios de diseño para los sistemas neumáticos y la selección de los accesorios para el mismo.

FIGURA 10.2A DIAGRAMA DE FLUJO DE CRITERIOS Y PROCEDIMIENTO DE DISEÑO DEL SISTEMA NEUMATICO

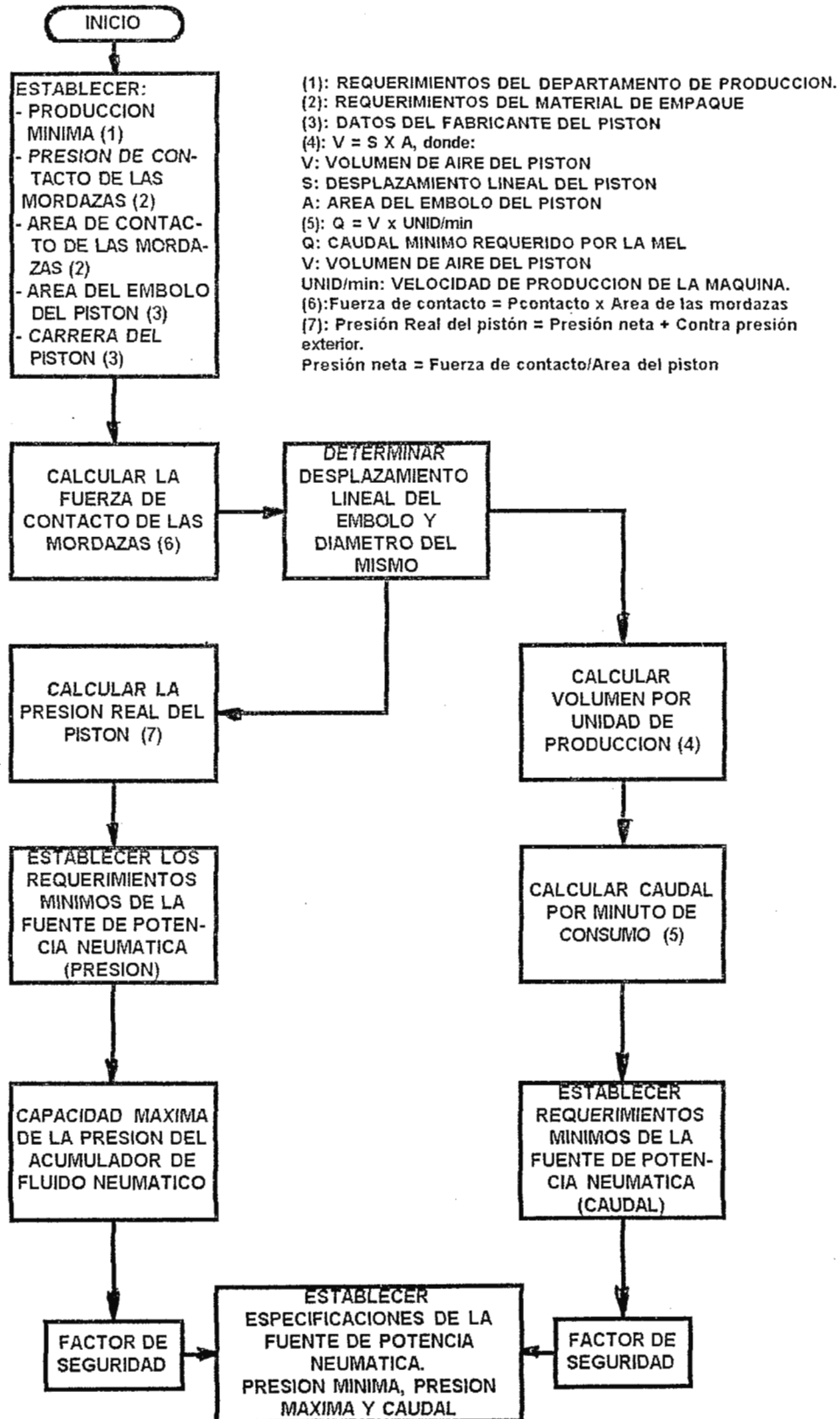
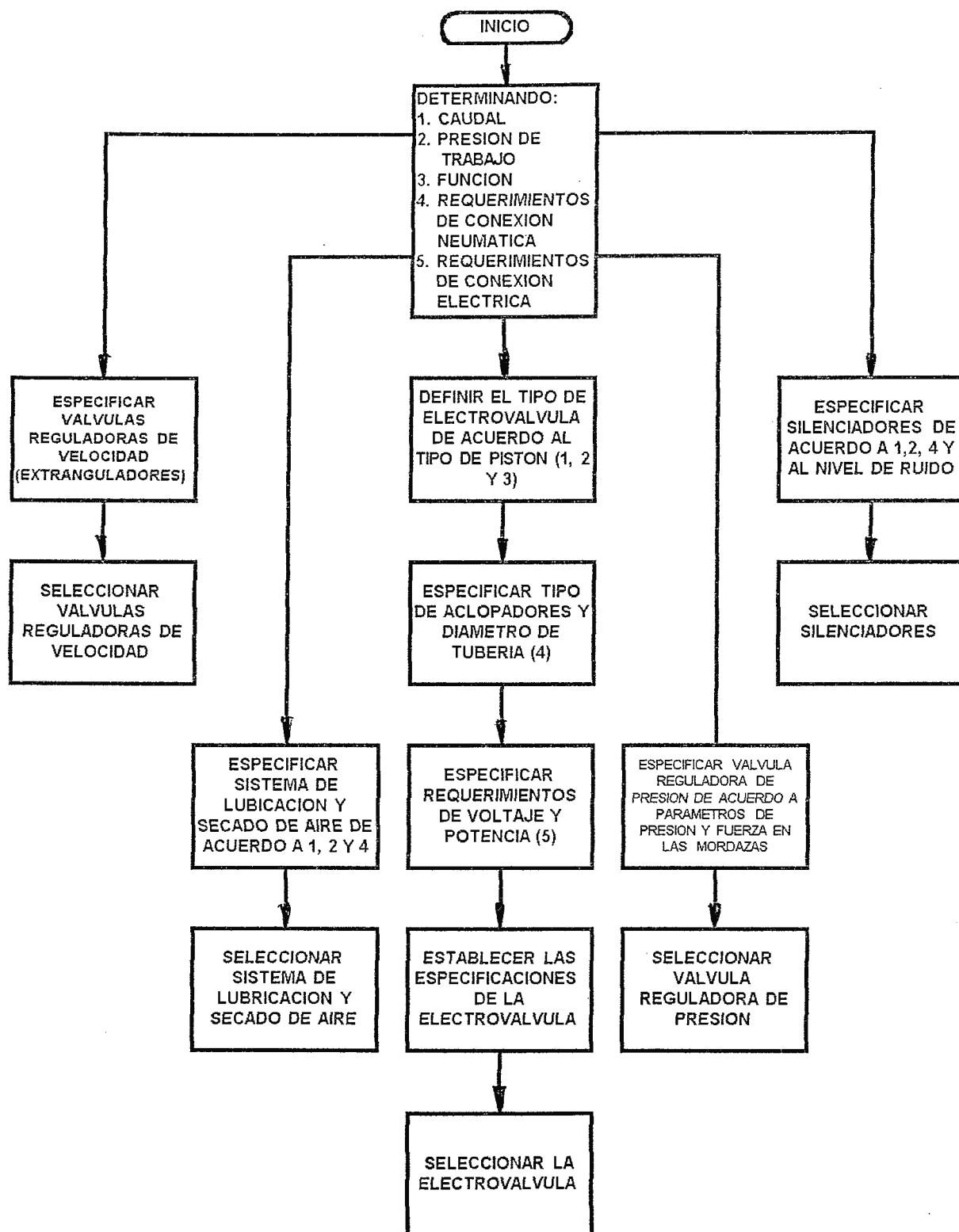


FIGURA 10.2B FLUJOGRAMA DE CRITERIOS DE SELECCION Y ELECCION DE LOS ACCESORIOS DEL SISTEMA DE POTENCIA NEUMATICA DE MELS



10.3 Recomendaciones para el montaje y conexión del sistema neumático

En el ANEXO 3 se muestran los elementos que componen el sistema neumático de las máquinas empacadoras de líquidos (Tomado de catálogo de productos marca FESTO).

Es necesario recordar que el aire que debe suministrar a la máquina empacadora de líquidos, debe ser de excelente calidad para garantizar el funcionamiento correcto del sistema sin mantenimiento o reparaciones fuera de tiempo.

El aire sin previo tratamiento contiene concentraciones de vapor de agua, aceite, partículas de suciedad y otros contaminantes, que si no son removidos pueden dañar el sistema de tuberías, actuadores, electroválvulas y accesorios que componen al sistema neumático.

En sistemas neumáticos grandes la compresión del aire provoca incrementos indeseables de temperatura en el aire por lo que se debe instalar un dispositivo llamado aftercooler que disminuye la temperatura del aire a niveles seguros y utilizable; lo anterior provoca que el vapor de agua se condense. Por lo que se utiliza un separador y un drenaje para remover arriba del 75% de agua y 70% de aceite.

En los sistemas neumáticos, se deben instalar los siguientes dispositivos entre la salida del compresor de aire y la entrada de las máquinas empacadoras para obtener la mayor vida útil de las partes que componen al sistema:

- Filtro de aire: Absorbe las partículas contaminantes de suciedad y líquidos del aire comprimido; se muestran a continuación los más utilizados en el mercado.
- Filtro secador: Se instala en el punto de utilización, el material secador absorbe las partículas de agua o vapor de agua en el aire comprimido.
- Lubricador: Proporciona la cantidad y tipo adecuado de lubricante al sistema neumático que así lo requiera (válvulas y pistones).
- Válvula reguladora de presión: Es la encargada de regular la magnitud de la presión de entrada y con el nivel deseado y seguro para el sistema neumático de la máquina empacadora.

En el mercado existen sistemas integrados que realizan todas las funciones anteriormente detalladas, son llamados “Unidades de mantenimiento neumático” y se componen de una válvula reguladora de presión, filtro secador, lubricador y manómetro.

CAPITULO 11

PUESTA EN MARCHIA, OPERACION Y MANTENIMIENTO DE MAQUINAS EMPACADORAS DE LIQUIDOS

11.1 Sincronización de los sistemas

Una vez finalizada la fabricación de la máquina empacadora de líquidos y de la verificación del correcto funcionamiento de todos los sistemas individuales tanto eléctricos como mecánicos, se procede a la sincronización de cada uno de los sistemas que intervienen en un ciclo de máquina, tales son:

Sistema eléctrico de sellado vertical

Sistema eléctrico de sellado horizontal

Sistema neumático

Sistema de dosificación

Sistema de halado del material de empaque

De acuerdo al digrama de tiempos del sistema de control de las MEL del capítulo 1, FIGURA 1E, se puede deducir que el sistema de sincronización debe ajustarse de tal forma que ninguno de los sistemas antes citados hagan entrar en

conflicto el funcionamiento de la máquina empacadora, sino que cada sistema entre a funcionar de forma sincronizada dentro de cada ciclo de máquina.

El procedimiento que se seguirá para la sincronización de la MEL será conforme al diagrama de tiempos de la FIGURA 1E, por lo que se describe a continuación paso a paso dicho procedimiento:

Una vez montados, conectados y ajustados los sistemas de la MEL y los componentes del sistema de sincronismo (motor-levas-interruptores de final de carrera), se procederá a regular manualmente (por medio de tornillos prisioneros), la apertura de cada una de las levas que componen el sistema de control (como se podrá determinar, cada ciclo de máquina equivale a una revolución del motor que mueve las levas), así se procede como primer paso a regular la leva correspondiente al sistema neumático, el cual no debe exceder el 50% del ciclo de máquina (de preferencia se regula a un 40%).

La leva correspondiente al sistema de halado de material de empaque, es la que se recomienda ajustar como segundo paso, por lo que se procede de igual forma que la anteriormente descrita para el ajuste manual del tiempo de operación del sistema de halado. Como puede observarse en el diagrama de tiempos, éste sistema al igual que el sistema neumático, no debe exeder el 50% del ciclo de máquina (cabe mencionar que estos porcentajes que se han considerado, son para evitar que al momento que la máquina se encuentre funcionando, entren en conflicto dichos sistemas ya que la

máquina no puede estar halando material de empaque y a la vez sellándolo y viceversa, además es preferible que exista un pequeño tiempo muerto entre estas dos funciones, para así tener la posibilidad de regular la velocidad de los elementos actuadores neumáticos (pistones) que actúan sobre las mordazas de sellado.

Como tercer paso se procede a realizar el ajuste manual del intervalo de tiempo que actuará el sistema eléctrico de sellado vertical, como puede observarse en la FIGURA 1E, pag. 27, se ajustará de tal forma que se active un poco tiempo después que se ha activado el sistema de potencia neumática y se deberá desactivar un instante antes que se desactive el sistema neumático, esto es para conseguir que la función de sellado se realice de forma eficiente que permita una máxima transferencia de calor al material de empaque en el momento de sellado.

Al igual que para el sistema eléctrico de sellado vertical, el sistema de sellado-corte horizontal, se ajusta de tal forma que se debe activar un pequeño tiempo después que se activa el sistema neumático, pero también antes que se active el sello vertical y se deberá desactivar un instante antes que se desactive el sistema eléctrico de sellado vertical, para obtener una máxima transferencia de calor hacia el material de empaque y permitir un pequeño lapso de enfriamiento antes que se separen las mordazas de sellado, para obtener una unidad herméticamente sellada y con sello resistente.

Por último, se procede a el ajuste de la leva del sistema de dosificación, la cual como puede observarse en la FIGURA 1E, se debe regular de tal forma que se deberá activar un pequeño instante después que el sistema neumático y que deberá desactivarse lo más pronto posible, para obtener un mayor rango de regulación del tiempo de dosificación en el temporizador que se encuentra en la interfase operador-máquina. (Es absolutamente necesario que el pulso del sistema de dosificación sea lo más corto posible, ya que si es muy grande se presentaría el fenómeno de realimentación al temporizador. Adicionalmente, el temporizador debe ser del tipo multifuncional, con rangos de operación de 0 a 3 segundos a intervalos de 0.05 segundos para obtener dosificaciones volumétricas exactas y de 0 a 1 hora para poder realizar operaciones de limpieza de todo el sistema de dosificación, antes y después de cada jornada de trabajo).

Una vez terminado el proceso de “puesta a tiempo” de todos los sistema en el sistema de control, se procederá a verificar el correcto funcionamiento de los mismos, individual y de forma conjunta.

11.2 Colocación del material de empaque

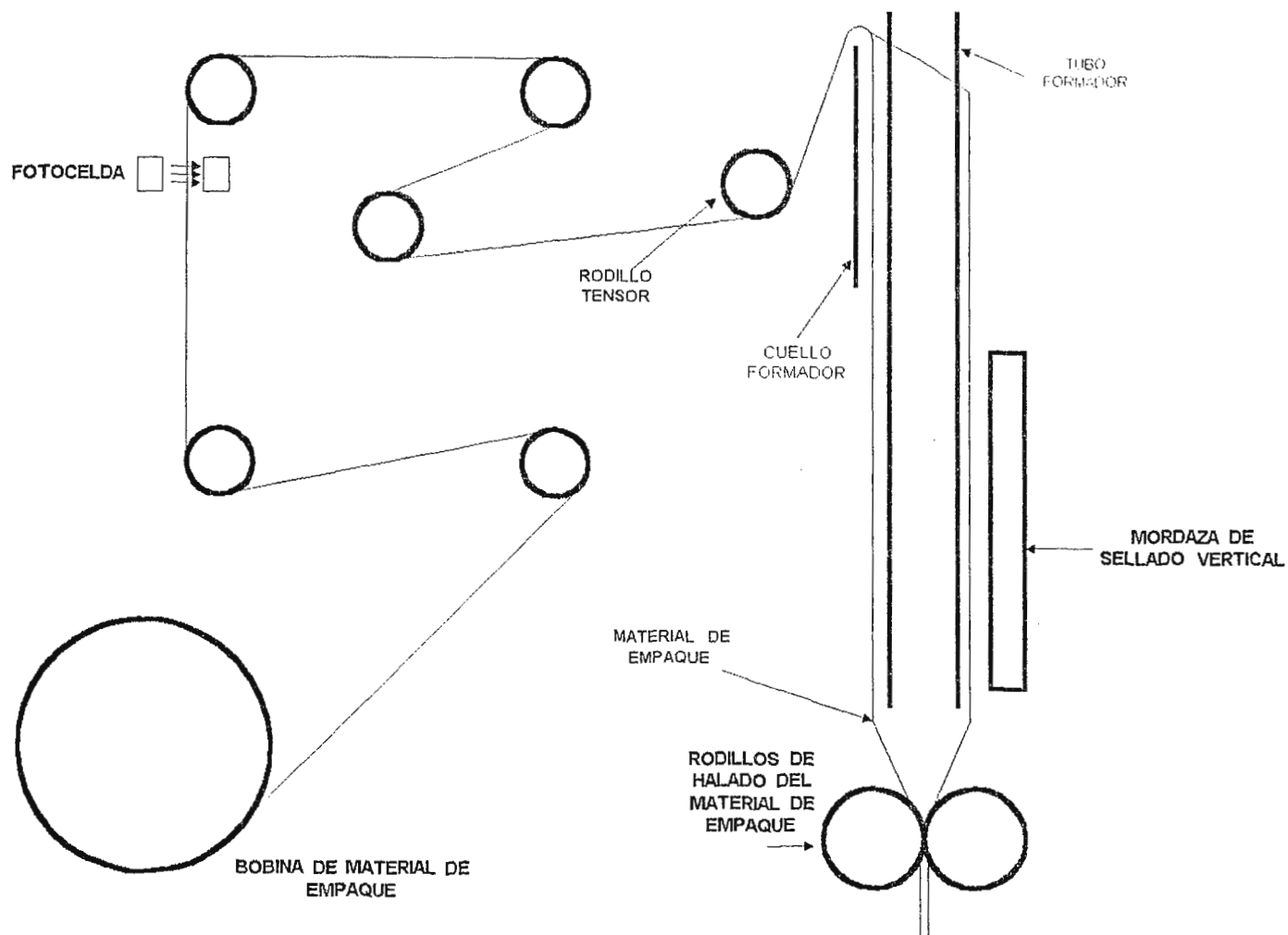
El material de empaque deberá colocarse sobre el eje portabobina y los conos de soporte colocados uno a cada extremo de la bobina de material de empaque deberán apretarse lo más posible para evitar que la bobina “patine” o gire individualmente con el sistema portabobina.

Una vez colocada la bobina de material de empaque, se hace pasar la película por todo el sistema de rodillos de soporte, tensores y de igualación de acuerdo a la ubicación de los mismos, hasta llegar al cuello o solapa formadora, haciéndola pasar entre el cuello y el tubo formador hasta que se hace llegar a los rodillos de halado en la parte frontal de la máquina, tal como se puede observar en la FIGURA 11.3A.

Vale la pena mencionar que se debe tener especial cuidado de no cambiar la linealidad inicial prefijada en el eje portabobina, ya que esto cambiará el comportamiento estable en el sello de traslape vertical o cabalgadura de la unidad empacada.

Es absolutamente necesario que en todo el recorrido del material de empaque a través de la máquina, sea de forma tal que no existan arrugas o pestañas dobladas en el mismo ya que podría dar lugar a desalineamientos, por lo tanto, pérdida del traslape al momento del sellado vertical. Adicionalmente se recomienda para evitar lo

FIGURA 11.3A ALIMENTACION DEL MATERIAL DE EMPAQUE A TRAVES DEL SISTEMA DE TRANSPORTE Y FORMADO



anteriormente descrito, colocar guías de nylon o aluminio en los rodillos transportadores de material de empaque, dichas guías son básicamente aros que se colocan sobre los rodillos para proporcionar una ruta obligatoria al material de empaque, para evitar posibles desalineamientos que provoque el sistema de halado de material de empaque.

11.3 Selección e instalación de materiales adicionales para las mordazas de sellado

Para obtener sellos resistentes, la selección y colocación de los materiales adicionales que se colocan en las mordazas de sellado, juegan un papel muy importante (las variables que se consideran para el sistema de sellado para obtener sellos resistentes son: Presión del sistema neumático, temperatura de las resistencias de sellado, tiempo de exposición, paralelidad de las mordazas, colocación de materiales adicionales).

Los materiales comúnmente utilizados para las mordazas de sellado son:

Lámina calibrada de silicon para altas temperaturas

Cinta adhesiva de teflón-fibra de vidrio para altas temperaturas

El proceso de instalación de los materiales anteriormente mencionados se describe a continuación:

Como primer paso se procede a marcar y cortar la lámina calibrada de silicon con las dimensiones de las caras frontales o de ataque de la mordaza de sellado vertical y horizontales, luego se pegan a cada una de las mordazas, de preferencia se recomienda utilizar pegamento a base de silicon, para una mejor adherencia.

Una vez se ha secado el pegamento se cubren las superficies frontales de las mordazas de sellado con dos capas de cinta de teflón de 0.005", esto es para evitar que las resistencias de sellado hagan contacto directo con la lámina de silicon y por ende, evitar su deterioro prematuro.

Al estar cubiertas las mordazas con cinta teflón, se colocan las resistencias de sellado, la resistencia plana se coloca en la mordaza de sellado vertical y la resistencia circular se coloca en la mordaza móvil de sellado-corte horizontal. (La razón por la cual se instala un tipo diferente de resistencia de sellado en cada mordaza es obvia, ya que en el sellado vertical es necesario obtener una buena superficie de sellado sin dañar el material de empaque y en el sellado-corte horizontal se necesita que la resistencia cumpla las dos funciones sellado y corte).

Como paso final se cubren las resistencias de sellado con una capa de cinta de teflón adhesiva de 0.005" de espesor, para evitar que material de empaque haga contacto directo con la resistencia de sellado.

Es muy importante tener en cuenta la calidad de los materiales que se colocan sobre las mordazas de sellado ya que cuando se utilizan materiales de baja calidad, el sello de las unidades empacadas es muy débil o irregular, lo que provoca altos índices de desperdicio, tanto de material de empaque así como de producto terminado. Por lo que se recomienda utilizar materiales de la mejor calidad en el mercado.

11.5 Descripción y regulación de controles de la interfase operador-máquina

De acuerdo a los diagramas de diseño propuesto para la interfase operador-máquina (Capítulo 7, FIGURA 7.5A), se observa que la línea izquierda de controles, se compone de interruptores que controlan cada uno de los sistemas correspondientes a las funciones de la máquina, la línea central de controles son las regulaciones asociadas a cada función que así lo requiera y la línea derecha corresponde a las señalizaciones de cada una de las funciones. A continuación se describe cada control en detalle:

- Sello vertical y sello horizontal: Interruptor que activa la función de sellado vertical u horizontal, como se puede verificar en el diseño eléctrico del sistema de control, actúa junto con la leva correspondiente al sello vertical, enviando un pulso eléctrico al transformador de sellado vertical y horizontal por medio de la tarjeta electrónica del control de temperatura correspondiente a cada función. El

potenciómetro de la tarjeta de control de temperatura se ubica dentro de la interfase operador-máquina a la par del interruptor como puede verse en la FIGURA 7.5A y además cuenta con foco de señalización para verificar visualmente que el sistema ha sido activado.

- Rodillos y Unidades por minuto: Al igual que los controles anteriores, consta de un interruptor y control variable, el interruptor de rodillos activa de forma conjunta con la leva correspondiente a los rodillos al motor de halado de material de empaque, enviándole un pulso a través de la tarjeta electrónica de control de velocidad, el potenciómetro de regulación y el foco de señalización, se colocan a la par del interruptor correspondiente dentro de la interfase operador-máquina, la función principal es la de activar y regular la velocidad del motor DC de halado, de acuerdo a la velocidad de la máquina y al tamaño de la presentación del producto empaçado. El interruptor de unidades por minuto y su control variable correspondiente activan y controlan directamente sin ninguna leva, al motor DC del sistema de control, su función es la regular la velocidad general de la máquina, es decir, incrementar o disminuir el intervalo de tiempo que dura el ciclo de máquina.
- Fotocelda: Interruptor que activa al sistema de fosensado, se utiliza cuando el material de empaque tiene impresa la señal de registro para fotocelda, con el objetivo de limitar la función del motor de halado para obtener tamaños de bolsa homogéneos. Al activar el interruptor correspondiente se energiza la tarjeta electrónica de fotocelda, la cual como puede verificarse en los diagramas del

círculo de control, está ligada al sistema de halado o de rodillos, de tal forma, que el motor de los rodillos se activa por medio de la leva correspondiente y se desactiva por medio de la señal que recibe la tarjeta de fotosensado por medio del cabezal de fotosensado ubicado de acuerdo a la FIGURA 11.3A.

- Mordazas: Interruptor que actúa conjuntamente con la leva correspondiente a las mordazas, la cual manda un pulso eléctrico al sistema motriz neumático y por medio de una electroválvula, hace llegar aire comprimido a los elementos actuadores (pistones), los cuales mueven las mordazas de sellado para que realicen su función, durante el tiempo establecido en el sistema de control.
- Dosis y tiempo de dosificación: Interruptor que activa junto con la leva correspondiente a la dosis al sistema de control electrónico de tiempo de dosificación (timer), en el cual se puede regular por medio de una perilla el tiempo que se desea que permanezca activado el sistema de dosificación de acuerdo a volumen o a peso del producto empacado.
- Arranque y paro general: Pulsadores que controlan al contactor principal de alimentación de energía eléctrica para todos los sistemas de la máquina.

11.5 Puesta en marcha y operación

Con todos los sistemas debidamente conectados y probados, con el material de empaque debidamente alineado, con un sistema de dosificación, alimentación eléctrica y neumática adecuados y acoplados a la máquina y con todos los interruptores correspondientes a cada función en la posición de apagado, se procede a dar marcha inicial a la máquina, de acuerdo al procedimiento que se describe a continuación y tomando como referencia la interfase operador-máquina de la FIGURA 7.5A:

Con el material de empaque colocado en los rodillos de halado, centrado y con un buen traslape o cabalgadura, se pulsa el control de arranque general, luego se activa la función correspondiente a unidades por minuto y se regula la velocidad del motor DC del sistema de control hasta obtener una velocidad aproximada de 20 RPM (equivale a 20 unidades por minuto). A continuación se activan las funciones de sellado vertical y horizontal (con los potenciómetros de regulación a un tercio de su recorrido) y se activa la función de mordazas, verificando visualmente si se está realizando la función de sellado correctamente, si no se observa que hay un buen sellado en la mordaza vertical y no se corta el material de empaque en la mordaza horizontal, se deberá incrementar la temperatura correspondiente a cada función en cada control asociado, luego de que se haya logrado obtener un buen sello vertical y sello-corte horizontal, se procede a activar la función de rodillos (inicialmente con el potenciómetro de regulación a un cuarto de su recorrido) y se regulará de tal forma que su velocidad no provoque efecto de inercia

en el motor al momento de paro, para luego activar la función correspondiente al fotosensado (con el cabezal de la fotocelda debidamente alineado), si es necesario, se deberá ajustar mecánicamente la posición del cabezal (en el caso de que el logotipo del producto empacado se encuentre descentrado en la longitud de la bolsa), hasta obtener la mejor presentación del producto. Una vez se hayan logrado las condiciones anteriores, la máquina ya está lista para comenzar a empacar el producto por lo que se activa la función de dosificación, la cual se irá regulando en el timer correspondiente a la dosificación del producto, hasta obtener un volumen o peso exacto del producto que se desea empacar.

Vale la pena mencionar que si la máquina cuenta con un sistema de enfriamiento para las mordazas de sellado, la temperatura del agua de recirculación se ajustará de tal forma que las mordazas no excedan una temperatura que provoque condensación de agua en la superficie externa de las mismas (el ajuste deberá hacerse en base a la velocidad de la máquina ya que de acuerdo a ese parámetro se define la disipación de potencia en las resistencias de sellado y por lo tanto, el ciclo de trabajo de la unidad de enfriamiento o la cantidad de calor que debe disipar la misma).

11.6 Mantenimiento general de los sistemas y guía de solución de problemas

11.6.1 Mantenimiento

De acuerdo a la gran cantidad de información relacionada al mantenimiento de equipos industriales, queda claro que el objetivo de obtener la más alta productividad, se consigue con el uso racional, eficaz y económico de la maquinaria o equipo y el personal. De ahí se obtiene la justificación del mantenimiento, cuyo objetivo es de mantener la maquinaria e instalaciones en perfectas condiciones de funcionamiento.

Para el caso concreto de las máquinas empacadoras de líquidos automáticas, es imprescindible contar con un mantenimiento preventivo, claro que existen otros parámetros importantes a considerar tales como: si la planta de producción labora de forma ininterrumpida o solamente funciona parte del día, las condiciones externas a la máquina, etc.

En cualquier labor industrial, se obtendrán mejores resultados si se planifica cuidadosamente, esto se aplica directamente a la actividad de mantenimiento en una industria.

Partiendo de que toda maquinaria y equipo se proyecta con características ideales para su operación, el mantenimiento debe incluir todas las actividades necesarias para asegurar dichas características originales; por supuesto que éstas características, cambian con el trabajo, debido a desgastes, mal uso y suciedad, por lo que el servicio de mantenimiento se encargará de componer, arreglar y restaurar un equipo que ha perdido sus características originales.

Una de las condiciones que se le exigen al encargado de mantenimiento es la evitar averías y que los trabajos de mantenimiento no absorban el tiempo de producción de las máquinas o en todo caso, en la mínima proporción posible. La continuidad se consigue realizando el mantenimiento antes de que los desgastes puedan producir averías, realizando el mantenimiento de forma planeada y en horas determinadas (mantenimiento preventivo).

Definitivamente, a pesar de realizarse un mantenimiento preventivo, siempre surgen fallas imprevistas producidas por circunstancias no aparentes y por lo tanto no detectadas en inspecciones preventivas o bien, por posibles errores o negligencia del personal.

Es absolutamente necesario proyectar un plan de mantenimiento al momento de tomar la decisión de comprar una maquinaria o equipo eléctrico. Se mencionan a

continuación los puntos a considerar antes de efectuar un contrato de compra de una máquina empacadora de líquidos.

- Ensayos o pruebas preliminares: deberán realizarse en las instalaciones del fabricante, debido a que éste cuenta con personal especializados; lógicamente el comprador puede solicitar la repetición de los ensayos en el puesto de trabajo del equipo y deberá tener a su disposición todo el equipo necesario y técnicos especializados. Los aparatos y equipos eléctricos son ensayados de forma general según la norma DIN 50016 (ambiente a temperatura y humedad variable).

- Cumplimiento de requisitos dados por la ley y por el comprador, relacionadas con:

Normas de seguridad y electrotécnicas fijadas por la ley en el país del comprador

Normas del comprador relacionadas con los materiales a emplear, con el fin de unificar los mismos en el almacén de repuestos, así como las relacionadas con la disposición de aparatos, sistemas de simbolización de esquemas, etc.

Las fallas son inevitables aún con una excelente ejecución de mantenimiento preventivo, pero para reducir al mínimo las paradas de producción por fallas es necesario un buen equipo de reparaciones y otros factores que se deben considerar, tales como:

- Organización técnico-administrativa: es la que se refiere a un control documentado de todos los pormenores de una falla (hora que sucedió la falla, tiempo de reparación, materiales utilizados, causa de la falla, encargado de la reparación, etc)
- Suministro de repuestos oportuno: se refiere a contar con un almacén de repuestos organizado de tal forma que cuente con repuestos estándar y específicos de una máquina más propensos a desgastes o roturas, mientras que para desgastes o roturas imprevistas se cuenta con un taller auxiliar propio que construya o repare los repuestos solicitados.
- Herramientas y utensilios adecuados para efectuar los trabajos
- Formación y calidad del personal para la detección de averías

Para la organización del mantenimiento preventivo se debe tener como punto de partida los siguientes conceptos:

1. Disponer de los datos necesarios
2. Establecer cuándo y cómo deben realizarse las inspecciones y reparaciones
3. Medir la eficacia del servicio de mantenimiento

4. Conocer el coste de mantenimiento y sus efectos en el presupuesto de la empresa.

En la FIGURAS 11.7.A...11.7J, se propone un modelo de hoja para la planeación de un mantenimiento preventivo para una máquina empacadora de líquidos y cada uno de sus sistemas.

FIGURA 11.7A PLANIFICACION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES ELECTRICOS DE CD

UNIVERSIDAD DON BOSCO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE ING. ELECTRICA	PLANEAMIENTO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MOTORES ELECTRICOS																								EQUIPO: ENCARGADO: AÑO:
	FECHAS	ENERO		FEBRER.		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPTIEM		OCTUBR		NOVIEB		DICIEMB	
OPERACIONES		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Limpieza exterior		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Verificar que no existan calentamientos anormales		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Observar ruidos anormales, vibraciones, etc.		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Comprobar el estado de rodamientos		X						X						X						X					
Comprobar carga, estado carbonos		X						X						X						X					
Comprobar roces de piñones cónicos y rectos		X						X						X						X					
Limpieza general interior		X																							
Comprobar conexiones		X																							
Observar la existencia de humedad o fugas de grasa o aceite en la caja reductora		X																							
Probar la resistencia de aislamiento y puesta a tierra		X												X											
Comprobar carga en vacío y en trabajo		X						X						X						X					

211

[illegible]

FIGURA 11.7D PLANIFICACION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE CABLES

[illegible]

213

[illegible]

FIGURA 11.7F PLANIFICACION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE PULSADORES Y MANETAS

[illegible]

215

[illegible]

216

[illegible]

**FIGURA 11.71 PLANIFICACION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE
SISTEMAS MECANICOS, HIDRAULICO Y NEUMATICO DE MELS**

UNIVERSIDAD DON BOSCO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE ING. ELECTRICA	PLANEAMIENTO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA SISTEMAS MECANICOS												EQUIPO. ENCARGADO: AÑO:	
	FECHAS	ENERO	FEBRER.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEM	OCTUBR	NOVIEB	DICIEMB	
OPERACIONES		1S2S3S4S	1S2S3S4S	1S2S3S4S	1S2S3S4S	1S2S3S4S	1S2S3S4S	1S2S3S4S	1S2S3S4S	1S2S3S4S	1S2S3S4S	1S2S3S4S	1S2S3S4S	
Engrase de piñones de arrastre y chumaceras		X		X		X		X		X		X		
Lubricación del sistema de rodillos y frenado		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Verificar la paralelidad de la mordaza vertical con el tubo formador y de las horizontales		X		X		X		X		X		X		
Revisar con sumo cuidado que no haya fugas en de aire en todos los elementos neumáticos		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Verificar el correcto funcionamiento de todo el sistema neumático		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Si no se cuenta con lubricador automático, revisar el nivel de aceite		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Revisar los silenciadores, si se encuentran saturados de aceite o sucios, reemplazarlos.		X			X			X			X			
Comprobar que no haya fugas en el sistema de tuberías de enfriamiento		X			X			X			X			
Verificar el correcto funcionamiento de la bomba de enfriamiento		X			X			X			X			
Reapretar pernos, tornillos y prisioneros		X						X						

218

[illegible]

11.6.2 Guía de solución de problemas (reparación)

Para facilitar la reparación de la máquina en caso de falla de algún sistema, se hará uso de una tabla con las fallas más comunes, las posibles causas que la provocan y las alternativas de solución de las mismas.

SINTOMA	CAUSA PROBABLE	SOLUCION
La máquina no arranca	Ver alimentación correcta. Térmico exterior apagado, protección principal de la máquina apagada (panel de control) Botonera ON-OFF dañada o enclavada Contacto auxiliar dañado Bobina de contactor magnético Contactos sucios Terminales o cables flojos	Verificar si hay 220V Activar térmico Girar, revisar o reemplazar Revisar Revisar o reemplazar Limpiar Reapretar
No hay sellos verticales ni horizontales	Protección asociada en posición OFF o dañada Transformador abierto o dañado Relés dañados Potenciómetro de ajuste dañado o con líneas sueltas Elementos o resistencias de sello abiertas o dañadas El microinterruptor no es activado por las levas respectivas Tarjeta electrónica en mal estado Ajuste de control de temperatura muy bajo Elementos de sello hacen contacto con masa o tierra Teflon muy grueso Elementos calentadores no adecuados	Activar, revisar o reemplazar Verificar voltajes de entrada y salida Revisar o reemplazar Reemplazar o reconectar Reemplazar Observar funcionamiento de levas 2 y 3 de arriba hacia abajo Limpie o reemplace Ajustar a un nivel apropiado Cambiar el aislamiento Usar de 4 a 6 milésimas en el vertical y de 7 a 9 milésimas en el horizontal Utilizar el espesor adecuado

SINTOMA	CAUSA PROBABLE	SOLUCION
No hay dosificación	Válvula de alimentación cerrada Interruptor ON-OFF de dosis Sistema neumático no actúa Tubo de dosificación obstruido Relé 5 Luz piloto de dosis no enciende Microinterruptor 4 de arriba hacia abajo	Abrir Encender o revisar estado Revisar lubricador automático o desarmar pistón y revisar Verificar si le llega alimentación a electroválvula abrir válvula de entrada de aire comprimido a la máquina Revisar Revisar o reemplazar Revisar bombillo Verificar funcionamiento
Dosificación inestable	Humedad interna en el temporizador de dosificación o dañado Falso contacto en bornes Escala inadecuada del temporizador Sistema de dosis conectado a masa o tierra	Destapar y aplicar limpiador de contactos dieléctrico, revisar o reemplazar Reapretar Ajustar escala en 0-3 seg, modo A Revisar o secar
Fuga en la unidad empacada	No hay suficiente presión el sello Muy corto el tiempo de sellado Leva correspondiente floja o no hace contacto con el micro interruptor Verificar alineamiento de las mordazas Malos acojinamientos en las mordazas	Ajustar la válvula reguladora de presión en un rango entre 80 y 100 PSI Ajustar leva a mayor tiempo Reapretar leva y guías de micro interruptores Reajustar Cambiar los cojines de respaldo de las mordazas para lograr 100% de contacto en el área de sellado
Película de empaque no avanza	Tarjeta electrónica de motor de rodillos de halado dañada, con humedad o sucia Micro interruptor en mal estado o no hace contacto con la leva 5 de arriba hacia abajo Carbones del motor gastados No llega alimentación a la tarjeta electrónica	Limpiar o reemplazar Verificar funcionamiento o reemplazar Limpiar o reemplazar Verificar en base al diagrama eléctrico y comprobar con un medidor apropiado

SINTOMA	CAUSA PROBABLE	SOLUCION
	Micro interruptor de largo de bolsa mecánico Problema mecánico Interruptor de velocidad en OFF	Verificar que el pin de activación no se encuentre abierto Revisar piñones de arrastre y transmisión Activar la función de velocidad
Registro o fotocelda no actúa	Marca en la película de empaque muy débil o pequeña Alineamiento longitudinal inestable Luz piloto o led quemado No llega alimentación a la tarjeta electrónica de fotocelda Fotoresistencia dañada Interruptor de fotocelda dañado Resbalamiento en los rodillos de halado	La marca debe ser sólida y oscura Mover cabezal de fotocelda a manera de centrarla con la señal Reemplazar Verificar con un medidor en base a diagramas Reemplazar Verificar funcionamiento o reemplazar Limpiar y ajustar regulaciones
No funciona el motor de levas	No le llega alimentación eléctrica Interruptor asociado sucio, dañado o con cables sueltos Tarjeta electrónica sucia, húmeda o dañada Carbones sucios o gastados Problema mecánico	Verificar con un medidor en base a diagramas eléctricos Revisar, reemplazar o reconectar cables en base a diagramas, revisar protección Limpiar, secar o reemplazar Desmontar motor, limpiar o reemplazar Verificar que las levas no se encuentren bloqueadas

APENDICES

APENDICE 1. CONTROL CON PLC'S

Un Controlador lógico programable (PLC), es un dispositivo electrónico que controla máquinas y procesos. Utiliza una memoria programable para almacenar instrucciones y ejecutar funciones específicas que incluyen control de activación y desactivación (On Off), temporización, conteo, secuencia, aritmética y manejo de datos.

En la FIGURA 1, se muestra la secuencia de tiempos del programa almacenado en la memoria mecánica (levas) de la máquina. Las partes que componen dicha memoria son: Motor DC de 1/30 HP, cinco levass y cinco micro interruptores. El costo de las partes de la memoria mecánica es de aproximadamente de U.S: \$ 400.00.

Si se compara costo con el de un PLC, que es de aproximadamente de U.S. \$ 1,500.00, es evidente que para el nivel de complejidad de una máquina empacadora de este tipo, no es económicamente justificable el uso de un PLC para sustituir el sistema mecánico. Sin embargo, a manera de ilustración se presenta el plano funcional (FUP), para la programación de un PLC en lenguaje STEP 5 de SIEMENS.

En la FIGURA 2, se muestra el diagrama lógico para la operación del sistema. Seguidamente, se presenta el desglose por segmentos del programa.

PROGRAMA DE CONTROL EN PLC'S

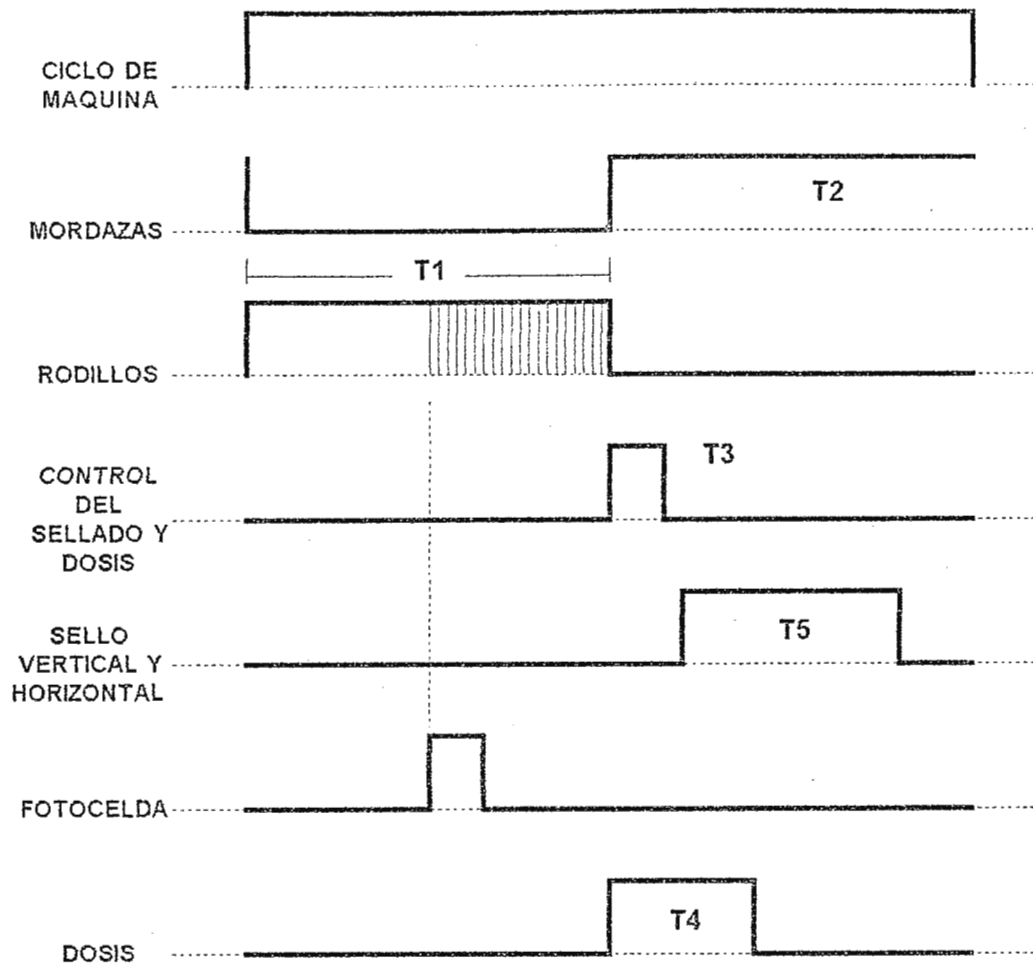
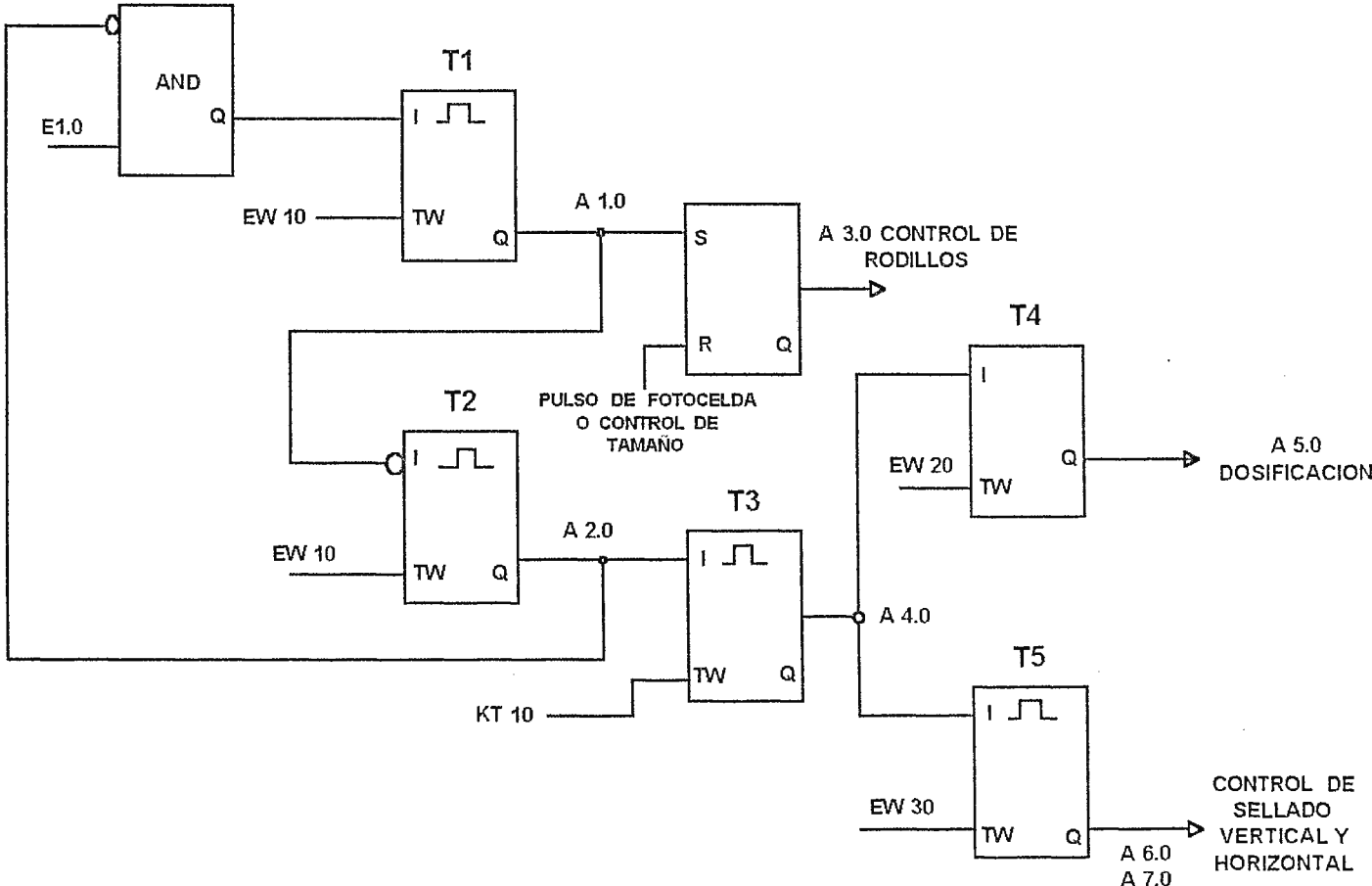
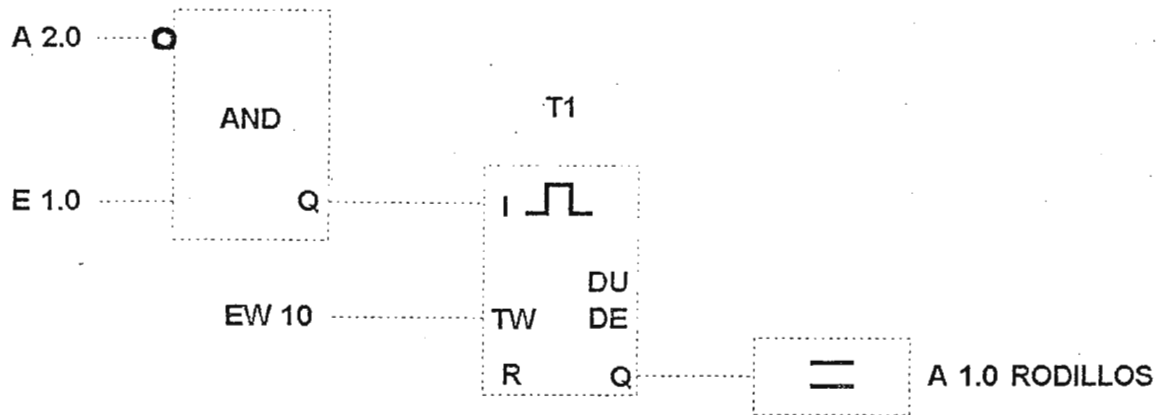


FIGURA 1. SECUENCIA DE TIEMPOS EN EL CICLO DE MAQUINA

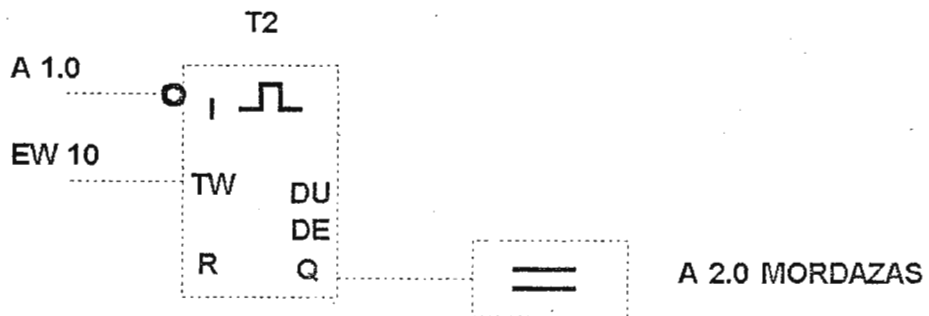
FIGURA 2. DIAGRAMA LOGICO PARA OBTENER LAS SECUENCIAS DE TIEMPO DE LA FIGURA 1.



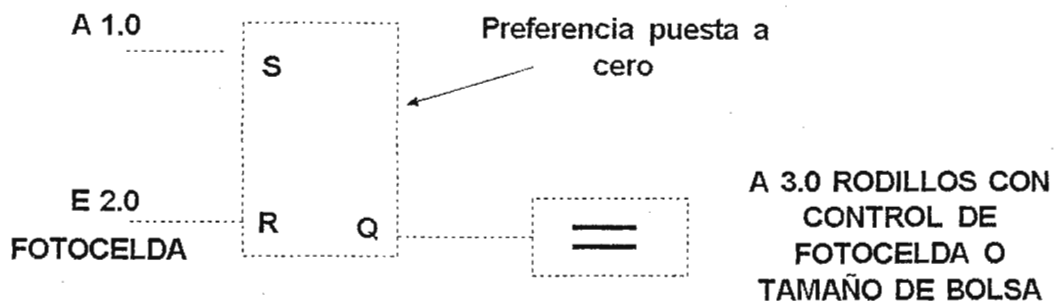
SEGMENTO 1



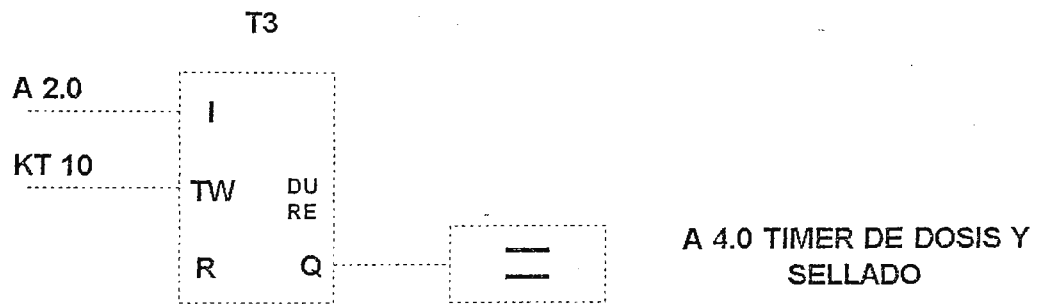
SEGMENTO 2



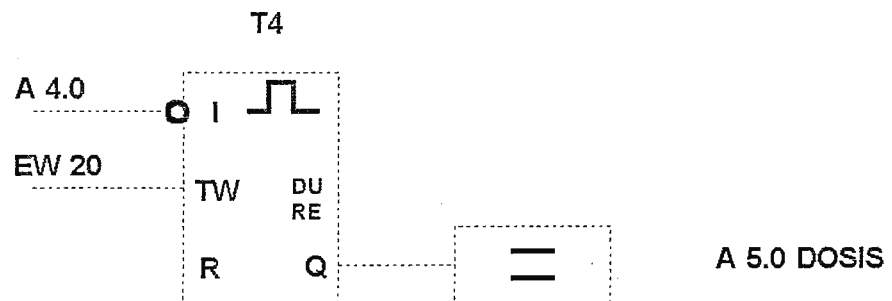
SEGMENTO 3



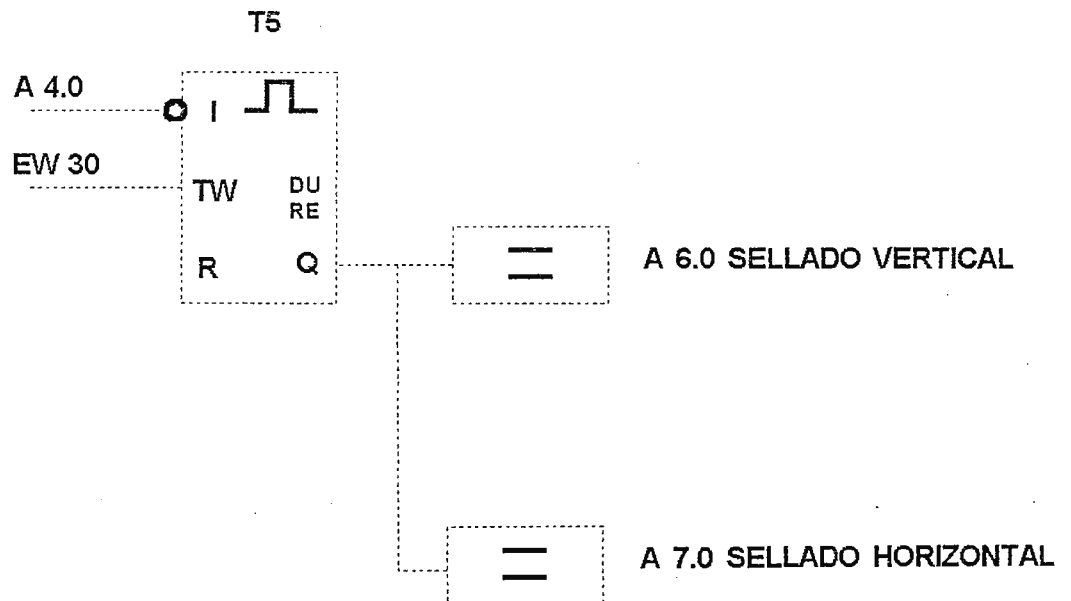
SEGMENTO 4



SEGMENTO 5



SEGMENTO 6



El segmento 1, genera un pulso de duración T1, que establece el tiempo de operación de los rodillos de halado. Adicionalmente, la aplicación de un nivel lógico "1" en la entrada E 1.0, establece la señal de marcha de la máquina. La entrada A 2.0 negada, establece el funcionamiento alternado entre los temporizadores T1 y T2.

La entrada EW 10, establece la duración de T1. El segmento 2, lo constituye el temporizador T2, que controla la operación de las mordazas de sellado. Se activa con la entrada A 1.0 negada para que su operación con T1 sea alternado. La entrada EW 10 establece la duración de T2.

El segmento 3 tiene como función la de interrumpir el funcionamiento de los rodillos, si en la entrada E 2.0 se recibe un pulso de fotocelda o del control mecánico del tamaño de empaque. Es un biestable con preferencia en Reset.

El segmento 4 corresponde al temporizador T3, el cual controla el arranque de la dosificación y el sellado vertical y horizontal.

El segmento 5 corresponde al temporizador T4 que controla el intervalo de tiempo para la dosificación del producto a empaquetar. El arranque de T4, se realiza por medio de la entrada A 4.0 negada. La duración de T4 se establece por la entrada EW 20.

El segmento 6 corresponde al temporizador T5 que controla el intervalo de tiempo para el sellado vertical y horizontal. Este temporizador se activa con la entrada A 4.0 negada. La duración de T5 se establece por la entrada EW 30.

La velocidad de operación de la máquina empacadora, se modifica al cambiar las especificaciones de EW 10, EW 20, EW 30 y KT 10.0, en la memoria del controlador. Esto también se puede conseguir con una entrada analógica en la que se inyecte un voltaje de referencia DC dentro de un rango calibrado. El valor entregado por el convertidor A/D deberá multiplicarse por un valor apropiado para obtener los valores adecuados en las entradas TW de los temporizadores. Otra alternativa es establecer valores adecuados de constantes de tiempo (KT) para cada temporizador cuando se requiera modificar la velocidad de operación de la máquina.

APENDICE 2. CUADRO DE PROCESOS DE FABRICACION DE LOS ELEMENTOS QUE COMPONEN A LAS MELS

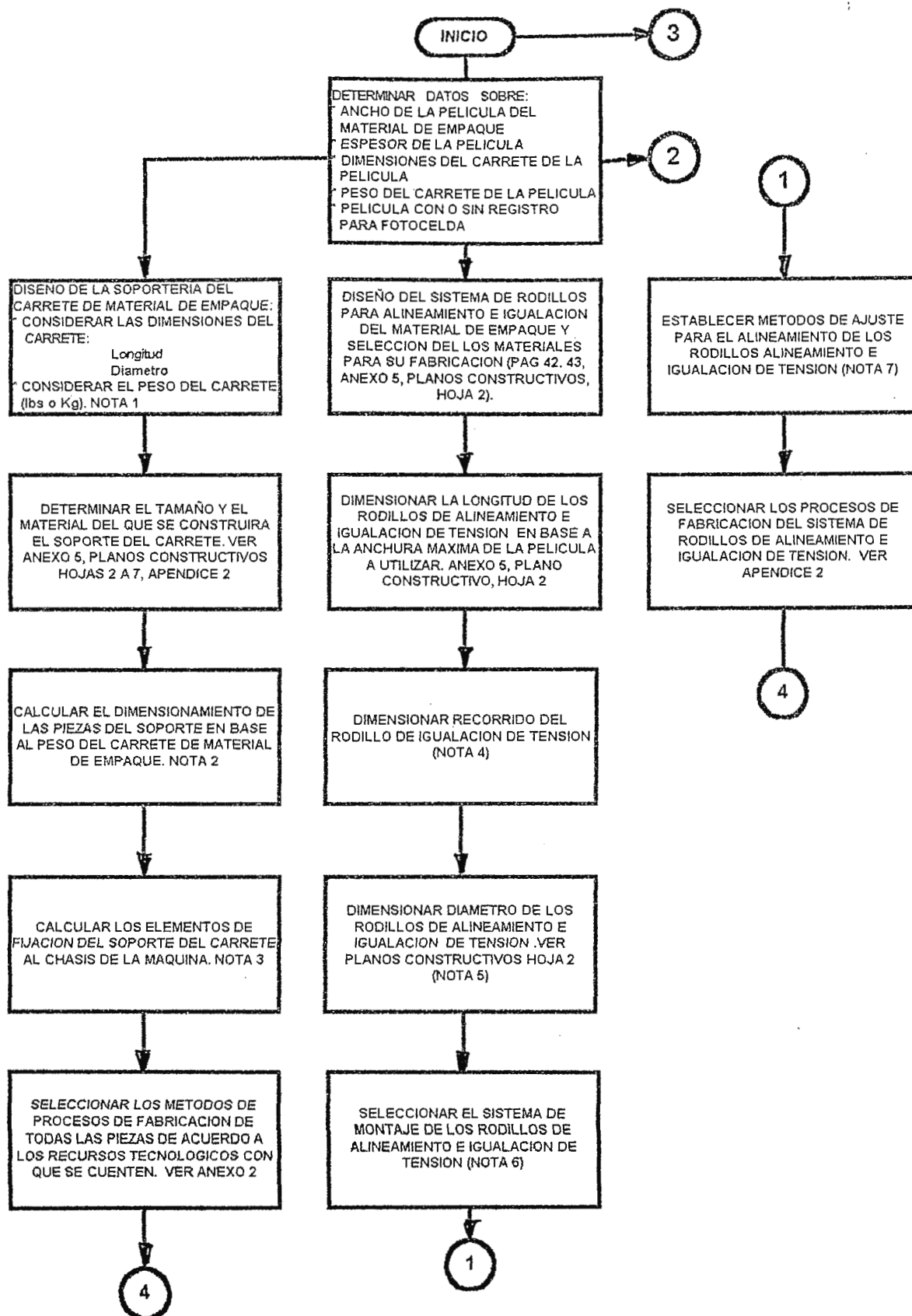
UNIVERSIDAD DON BOSCO	FACULTAD DE INGENIERIA	ESCUELA DE ING. ELECTRICA	CATEDRAS																			
			ELECTRICIDAD										ELECTRONICA									
			ELECTRICIDAD					ELECTRONICA					ELECTRICIDAD					ELECTRONICA				
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Chasis	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X								X	X
Rodillos de halado	X												X	X	X	X	X					X
Piñones de transmisión de nylon	X																					
Piñones de acoplo a 45°	X					X	X						X	X	X	X	X					X
Eje portabobina						X	X		X						X		X					
Ejes de rodillos de halado						X	X		X						X		X					X
Guías para rodillos de halado		X	X			X	X	X	X	X	X	X										X
Rodillos de aluminio (transporte)						X	X	X	X						X		X					X
Soportes para bobina de empaque	X				X	X	X	X	X				X	X			X				X	X
Cuello formador	X		X	X	X	X	X				X										X	X
Tubo formador	X		X	X	X	X	X	X				X			X	X	X					X
Boomerang de soporte	X			X	X	X	X	X				X	X		X							X
Mordazas de sellado	X				X	X	X	X				X	X				X					X
Bandeja o tolva de caída del producto	X		X	X	X	X	X	X				X										X
Tubo dosificador			X	X	X	X	X	X				X									X	X
Perillas de regulación mecánica					X	X	X	X				X	X	X			X	X				X
Soporte de fotocelda	X			X	X	X	X	X				X							X			X
Freno mecánico de bobina	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					X
Levas	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X			X					X

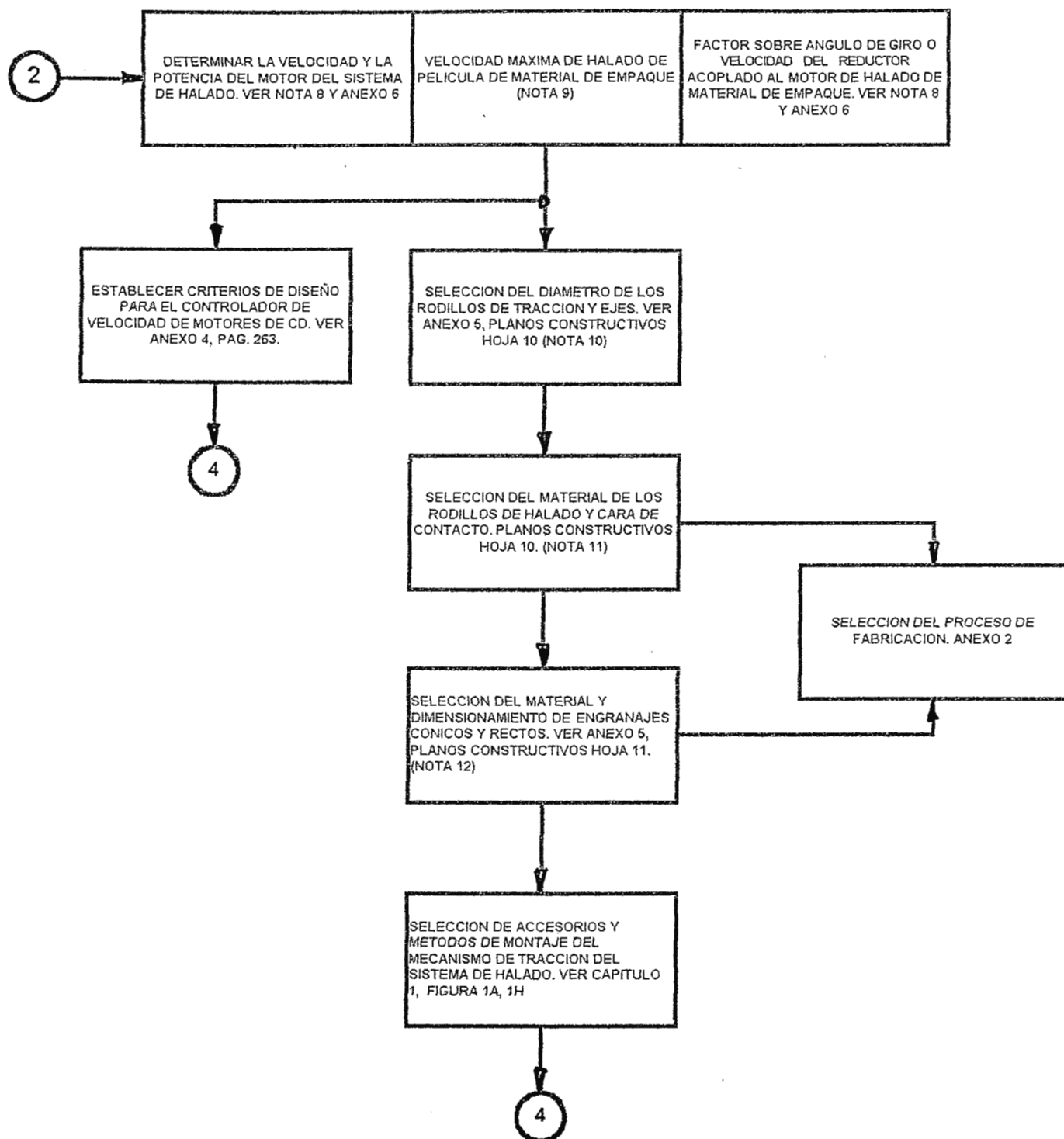
APENDICE 3. COSTEO GENERAL PARA LA FABRICACION DE UNA MEL

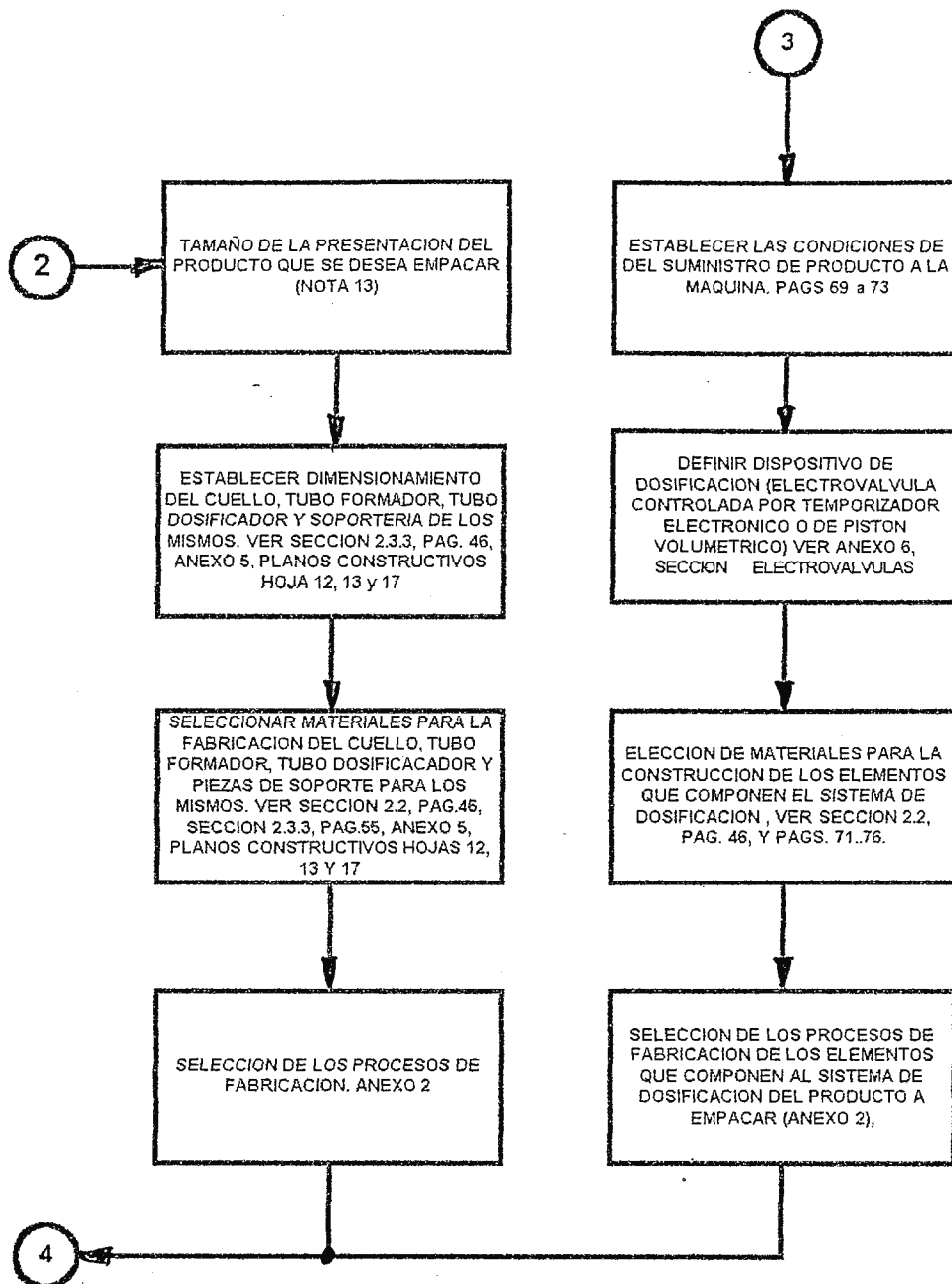
UNIVERSIDAD DON BOSCO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE ING. ELECTRICA	COSTO APROXIMADO (U.S.\$)
Chasis	4,310.00 (EN ACERO INOX); 1,390.00 (LAM.NEGRA PINTADA AL HORNO)
Rodillos de halado	471.26 (ACERO INOXIDABLE)
Piñones de transmisión de nylon	275.86
Piñones de acople a 45°	143.67
Eje portabobina	57.47
Ejes de rodillos de halado	137.93 (ACERO INOXIDABLE)
Guías para rodillos de halado	80.45 (HIERRO NEGRO PINTADO AL HORNO)
Rodillos de aluminio (transporte)	235.63 (SUPONIENDO QUE SON 5 UNIDADES)
Soportes para bobina de empaque	149.42 (EN ACERO INOX. INCLUYE RODAMIENTOS)
Cuello formador	402.29 (ACERO INOXIDABLE)
Tubo formador	172.41 (ACERO INOXIDABLE)
Boomerang de soporte	43.10 (ACERO INOXIDABLE DE 3/8" DE ESPESOR)
Mordazas de sellado	402.29 (ALUMINIO. 3 UNIDADES)
Bandeja o tolva de caída del producto	218.39 (LAMINA DE ACERO INOX. DE 1/16")
Tubo dosificador	126.43 (TUBO DE ACERO INOXIDABLE)
Perillas de regulación mecánica	137.93 (ALUMINIO Y ACERO INOX. 4 UNIDADES)
Soporte de fotocelda	28.73 (ACERO INOXIDABLE)
Frento mecánico de bobina	239.00 (ACERO INOX Y BRONCE. 2 UNIDADES)
Motor de levas y levas	350.57 (INCLUYE LEVAS, MICRO INTERR. Y SOPORTE DEL CONJUNTO)
Motor de rodillos de halado	402.29 (MOTOR DC DE 1/8 HP)
Pernería variada (acero inox, latón y acero)	459.77
Electroválvula de dosificación de líquido	402.29 (CUERPO DE NYLON)
Accesorios neumáticos de conexión	241.37
Electroválvula de aire	103.44
Tablero de elementos (Relés, contactor, protecc., cable)	652.87
Tablero de control (Manetas, luces, pulsadores, etc)	333.33
Tarjetas electrónicas de control	850.57 (1 DE FOTOCELDA, 2 DE VELOCIDAD Y 2 DE SELLADO)
Transformadores de sellado	436.78 (2 UNIDADES)
TOTAL	11,865.54 (CHASIS DE INOX); 8,945.54 (CHASIS DE HIERRO NEGRO)

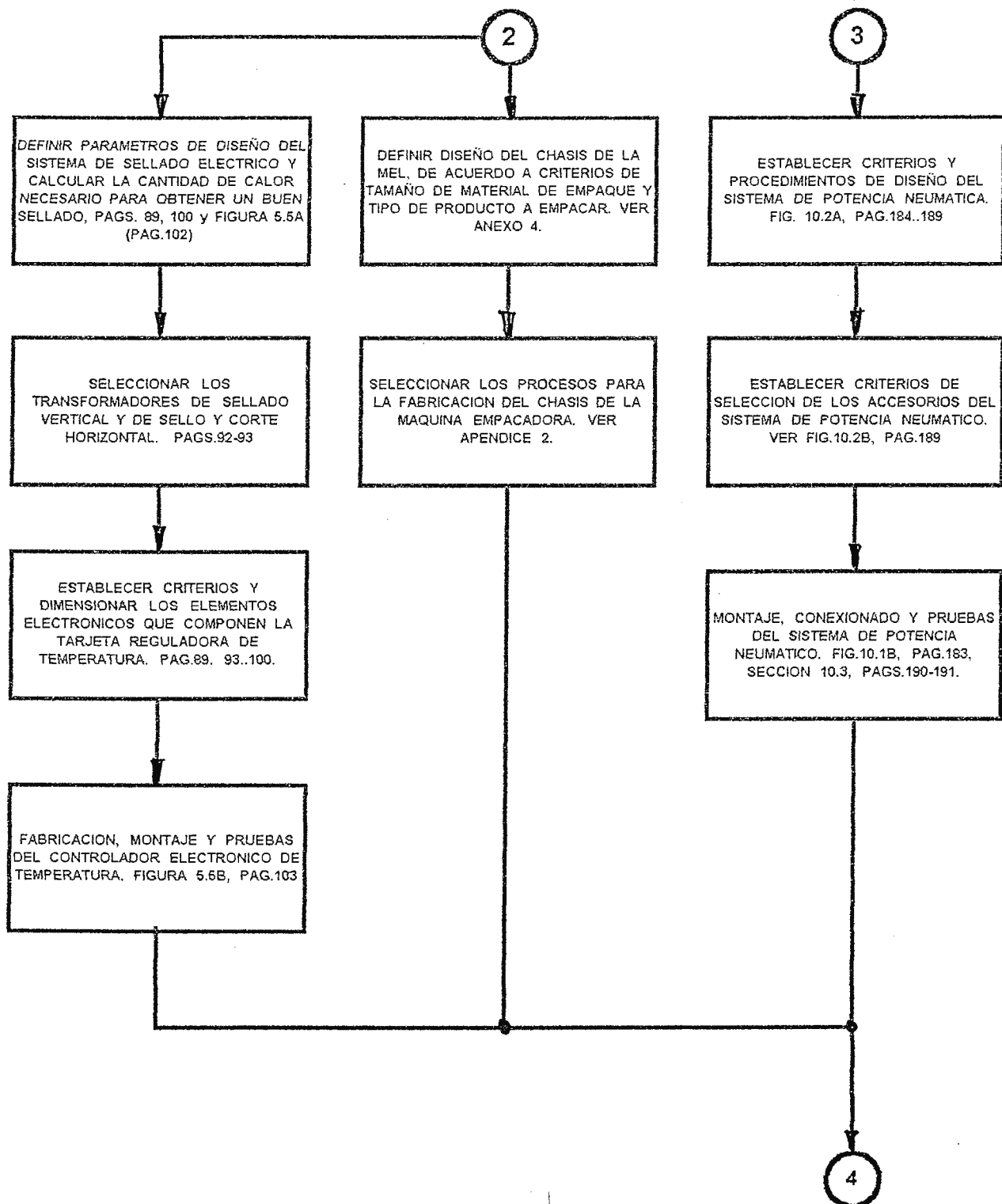
NOTA: Los valores anteriormente detallados no incluyen impuestos ni utilidades por la fabricación

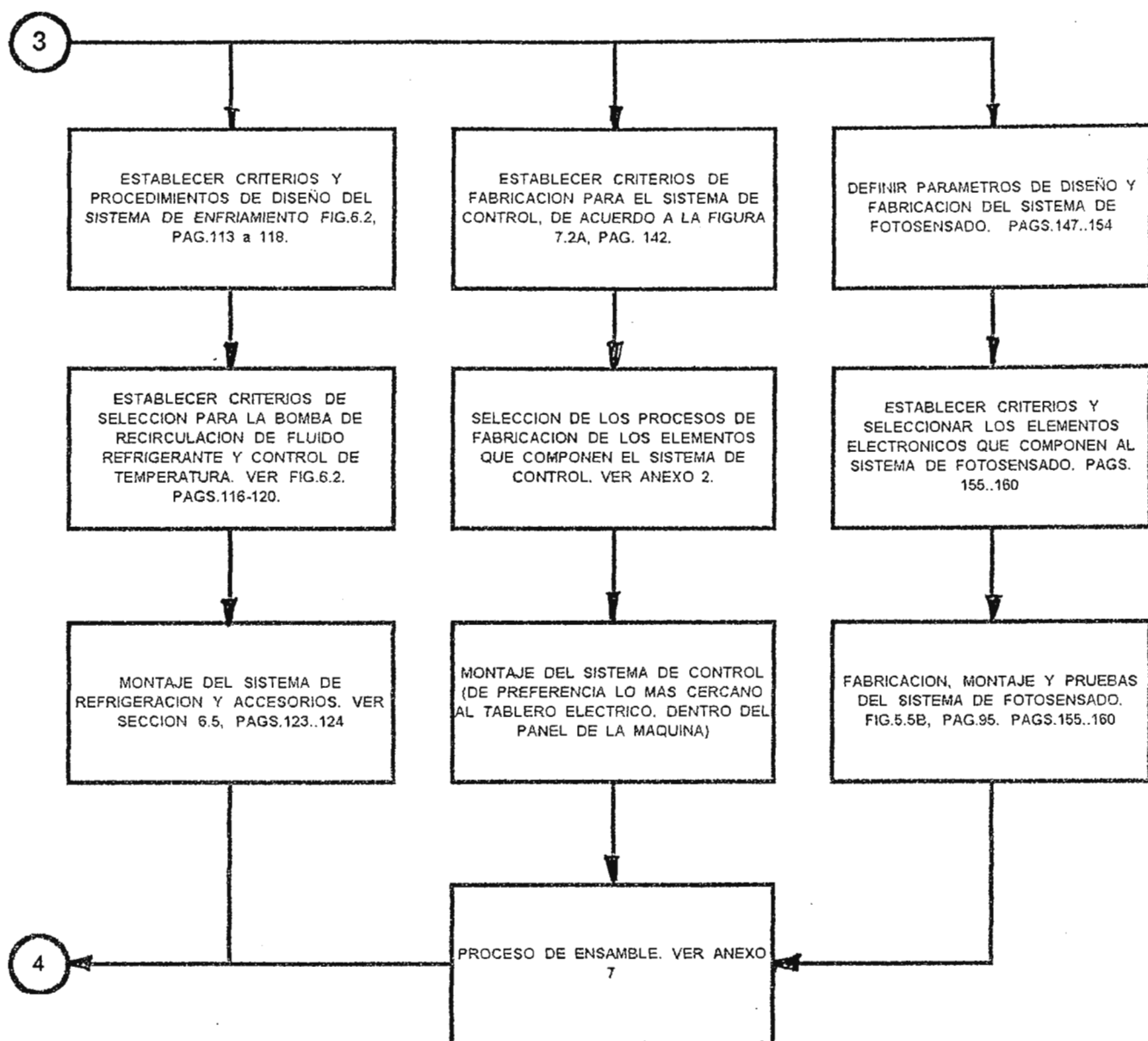
APENDICE 4. FLUJOGRAMA GENERAL PARA EL DISEÑO Y FABRICACION DE MELS











NOTAS:

NOTA 1. Generalmente las dimensiones de la bobina del material de empaque oscilan entre 5 cm y 75 cm. de ancho; el diametro oscila entre 25 y 50 cm. Aunque las bobinas de material de empaque no se dimensionan para que sobrepasen las 50 lbs. de peso, debido a que se dificultaría demasiado la instalación de la misma en el caso de que fuera una mujer la operadora de la máquina.

NOTA 2. El dimensionamiento de las piezas de soporte de la bobina de material de empaque, se realiza en base al peso máximo de la bobina de empaque y el sistema de soporte. Un espesor de lámina adecuado para los brazos de soporte de la bobina es de 1/4" a 3/8".

NOTA 3. Al igual que el parámetro anterior, la pernería se dimensiona de acuerdo a la carga que se ha determinado. Así por ejemplo se utiliza pernería desde 1/4" hasta 3/8". Se debe utilizar pernos de acero inoxidable para todos los puntos fácilmente visibles en la máquina y de acero en partes no visibles.

NOTA 4. Cuando el sistema de igualación de tensión del material de empaque es por medio de un rodillo flotante, el cálculo del recorrido del mismo dependerá de la velocidad máxima de producción de la máquina, pero como valor general, se toma un recorrido equivalente a 3 veces el largo de bolsa mayor que se produzca.

NOTA 5. El dimensionamiento de los rodillos de igualación y alineamiento, debe ser tal que permita que el material de empaque fluya libremente a través de la máquina, el material de los rodillos generalmente es aluminio hueco (por menor peso). El diametro más comúnmente utilizado es el de 3/4".

NOTA 6. La longitud de los rodillos está determinada por la presentación del producto a empacar (ancho de la bobina de empaque) y el diametro se determinó en la NOTA 5. Con respecto al sistema de montaje de los rodillos, se refiere a de que forma se logra obtener la mejor perpendicularidad y alineamiento de los mismos. Esto se logra al momento del trazo para la ubicación de cada uno de los sistemas en el chasis de la máquina.

NOTA 7. Es absolutamente necesario que se utilicen herramientas o equipos especiales para el alineamiento de los rodillos de alineamiento e igualación de tensión. Escuadras, cartabón, calibradores, etc.

NOTA 8. Si por ejemplo, la máquina trabaja a una velocidad de 40 Unidades por minuto y el largo de bolsa máximo es de 25 cm, se tiene: $40 \times 0.25 = 10 \text{ m/min}$, entonces: $10/60 = 0.16 \text{ m/s.} = 0.54 \text{ ft/s}$

Si se supone que para el halado del material de empaque es necesaria una fuerza de 20 lbs, se tiene: $20 \times 0.546 = 10.93 \text{ lbs-ft/seg} = 16.11 \text{ watts}$. La relación de velocidad del reductor debe ser tal que permita un funcionamiento adecuado de los rodillos de halado.

NOTA 9. La velocidad máxima de halado de la película del material de empaque está limitada por las características físicas del motoreductor y el dimensionamiento de los elementos de control de la tarjeta electrónica de velocidad, especialmente los valores de R13 y P1.

NOTA 10. El diametro de los rodillos de halado del material de empaque es otra variable con la que se puede adaptar las necesidades de halado si no se cuenta con un motor lo suficientemente rápido. Así se puede aumentar o disminuir el diametro del mismo sin llegar a ser menor a 3" ni mayor a 6".

NOTA 11. Los materiales con que se fabrican los rodillos de halado debe ser los más resistentes al ambiente externo (acero inoxidable AISI 304 o 308). El material de las caras de contacto debe ser de consistencia suave pero resistente a la humedad y altas temperaturas (hule vulcanizado)

NOTA 12: El dimensionamiento de los piñones cónicos a 45° debe ser tal que acoplen uno en el eje del motoreductor y el otro en el eje de los rodillos de halado. Se deberán construir en acero 1020 sin ningún tratamiento térmico. Los piñones de nylon se dimensionarán un poco más pequeños que el tamaño de los rodillos de halado, ya que deben acoplar dentro del margen que le permita la profundidad de los dientes, no es recomendable apretarlos demasiado ni dejarlos muy separados. Se elige fabricarlos de nylon con dos propósitos: evitar el ruido excesivo y como fusibles en el caso de atascamiento.

NOTA 13. El tamaño de la presentación que se desea producir es el parámetro más importante para diseñar una máquina empacadora de líquidos después del tipo de producto a empacar; ya que de este parámetro depende el dimensionamiento físico de la máquina y la regulación de todos los sistemas.

ANEXOS

ANEXO 1. MATERIALES DE EMPAQUE

Según sea el material a empacar, así se utiliza en la máquina empacadora un sistema diferente. Existen dos grandes grupos de materiales de empaque: Grupo A: laminados; Grupo B: que incluye al polietileno y al polipropileno.

Los materiales del grupo A se sellan por temperatura constante y presión, es decir que dos mordazas calentadas a una temperatura uniforme aprietan al material de empaque entre sí, transmitiéndole ciertas condiciones de presión, consiguiendo con ello el sellado.

Estos materiales constan generalmente de un material de soporte (papel aluminio, celofán, poliéster, polipropileno, etc., junto con material adhesivo (normalmente polietileno de baja densidad)

En los materiales del grupo A es necesario que la temperatura sea uniforme en toda la mordaza y que se mantenga en su valor sin alteraciones importantes, al igual que las mordazas deben contar un adecuado sistema de presión y debe mantener sus formas geométricas inalteradas.

En el grupo B se encuentran los materiales que generalmente se dice que son sellados por impulso; los más comunes son el polietileno de baja densidad y polipropileno mono orientado. En este caso se trata de una fina lámina que se calienta por medio de una corriente eléctrica alta y presionando contra un respaldo de goma, suelda el material enfriándose luego hasta una temperatura tal que al abrir la mordaza tenga ya determinada resistencia mecánica.

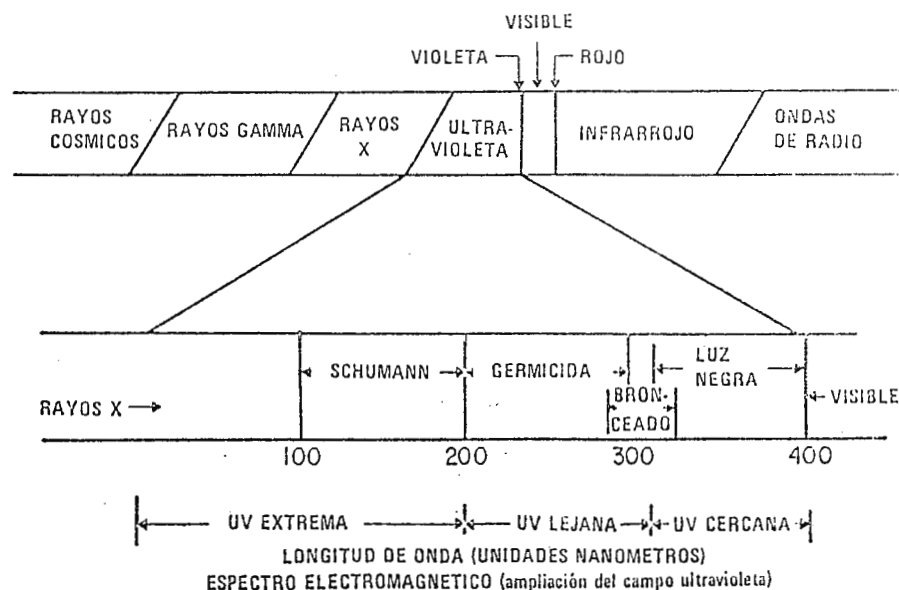
El empaque más utilizado para el envase de productos líquidos, carnes, quesos, bolsas hervibles, etc., es el polietileno de baja densidad, por sus propiedades físicas y de sellabilidad al calor. A continuación se muestran las características físicas más importantes del polietileno lineal de baja densidad (LLDPE).

Calibre promedio	0.0051 mm
Punto de fusión	120 °C
% de brumosis	8
Brillo a 20°C	100
Resistencia a la tensión	6600 Lb/In ²
% de alargamiento	600
Módulo de tensión	25000 Lb/In ²
Punzado Instron	4.5 Lbs/mil

ANEXO 2. ESTERILIZACION POR MEDIO DE LUZ ULTRAVIOLETA

En procesos de empaque donde las características del producto que se desea empaquetar exige las mayores condiciones sanitarias, es necesario someter a esterilización tanto a el producto así como al material de empaque.

La energía luminosa del sol puede dividirse en tres amplias bandas: onda larga o energía infrarroja como el calor, que es invisible, energía visible que produce luz y color; y energía de onda corta como la ultravioleta invisible. La radiación ultravioleta entre los 220 y 300 nanómetros (tal como se muestra en la siguiente figura), es la que tiene efectos germicidas; es decir que destruye bacterias, el moho, fermentos y virus. Sólo una pequeña cantidad de energía ultravioleta inferior a los 295 nanómetros logra alcanzar la superficie terrestre, debido a que es absorbida en la capa de ozono de los estratos superiores de la atmósfera.



Desde el punto de vista eléctrico, las lámparas germicidas son iguales a las lámparas fluorescentes del mismo tamaño y potencia. Desde el punto de vista físico, éstas lámparas se diferencian de las fluorescentes en que no contienen fósforo y son construídas con un tipo especial de vidrio para permitir una emisión máxima de energía ultravioleta germicida.

El método más práctico de generar radiación germicida, es dejando pasar una descarga eléctrica a través de un vapor de mercurio de baja presión. La mayoría de las lámparas germicidas funcionan con más eficacia en aire quieto y a una temperatura de 25°C; en consecuencia la eficacia germicida de éstas lámparas disminuye a temperaturas por encima o debajo de ésta temperatura óptima. Las lámparas que funcionen en una habitación a 4°C, producen sólo entre dos tercios a tres cuartos de la energía ultravioleta producida a 25°C.

Los valores de rendimiento para cualquier lámpara dependen de varios factores. los más importantes son el número de horas que una lámpara ha estado en funcionamiento y el número de horas de funcionamiento por encendido. El polvo que se acumula en el tubo y las superficies reflectantes puede fácilmente duplicar la pérdida que se determine en la superficie irradiada.

El aire fresco siempre ha sido considerado como beneficioso. Sin embargo, en espacios cerrados, el aire puede estar relativamente estancado o tener una escasa circulación, estar contaminado con algún virus o bacteria. Bajo tales condiciones el aire puede ser un medio de propagación de infecciones.

Las bacterias y esporas de moho en el aire pueden causar considerables daños a los productos de una gran variedad de industrias. Este perjuicio se presenta bajo forma de deterioro, contaminación y por supuesto la amenaza a la salud de los consumidores de los productos afectados.

Es esencial que se tomen las debidas precauciones en el empleo de lámparas germicidas. Exponerse durante largo tiempo, o a intensidades elevadas de radiación ultravioleta puede provocar inflamación temporal de la membrana conjuntiva del ojo, muy dolorosa; así como efectos histológicos en la córnea, iris y cristalino del ojo. En casos extremos puede causar efectos dañinos permanentes. La exposición excesiva a la energía ultravioleta causará enrojecimiento o incluso quemaduras en la piel (eritema), que es parecida a la quemadura provocada por el sol.

Existen protectores de plástico transparente para la cara. A veces incluso se utilizan lámparas de soldador, aunque dicha protección debería incluir las orejas. El consejo de medicina de la Asociación Médica Americana ha establecido los límites seguros de exposición a la luz ultravioleta germicida, las unidades están dadas en

microvatio por centímetro cuadrado y el tiempo. Se presenta a continuación un cuadro con las exposiciones máximas recomendadas como seguras a los rayos ultravioleta germicidas:

Exposición	Irradiación $\mu\text{W. cm}^{-2}$
Continua	1
12 horas	3
7 horas	5
1 hora	35
10 minutos	20
1 minuto	210

La región ultravioleta cercana al espectro alrededor de los 330 a 380 nanómetros, se utiliza para los efectos de luz negra. Esta radiación no produce efectos de eritema y no se considera peligrosa.

El período mortal de exposición está determinado por su susceptibilidad, la longitud de onda de la radiación, la densidad del flujo radiante (vatios por unidad de área) y el tiempo de exposición.

Las aplicaciones más comunes de las lámparas germicidas se dividen en dos grupos: protección personal y protección de productos. La protección personal consiste en la irradiación del aire en una habitación con el fin de proteger a sus ocupantes, de las enfermedades infecciosas que se transmiten en él. La protección de productos consiste en la utilización de la radiación ultravioleta en áreas donde se preparan, empacan o

almacenan alimentos, productos farmacéuticos u otros productos, a fin de prevenir que se contaminen o se estropeen por el moho u otros microorganismos.

ANEXO 3: ELEMENTOS UTILIZADOS EN EL SISTEMA NEUMATICO DE MELS

En las siguientes figuras de muestra información relacionada a los elementos que componen al sistema de control neumático, a las características más importantes y además se presenta un cuadro de simbología neumática para mejor comprensión.

Racores funcionales
Reguladores de caudal unidireccionales M5 a G 3/8"

FESTO
PNEUMATIC

Regulador de caudal
unidireccional
con conexión orientable

Tipo GRLA-...-B

con tornillo moleteado para ajuste manual

Tipo GRLA-...-RS-B

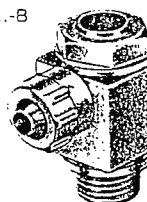


Estas válvulas antirretorno se utilizan para regular el caudal de paso del escape en cilindros de doble efecto; así se consigue variar la velocidad del émbolo.

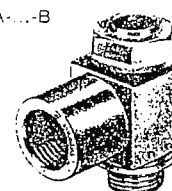
El tornillo estrangulador bloquea el caudal de aire en la dirección de la flecha. En sentido inverso, el aire circula a través de la válvula antirretorno teniendo por tanto toda la sección a su disposición.

Estas válvulas compactas se montan directamente sobre el cilindro sin necesidad de accesorios adicionales y pueden girarse 360°.

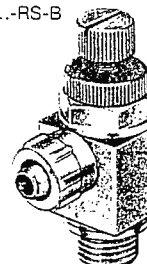
Tipo GRLA-...-PK-...-B



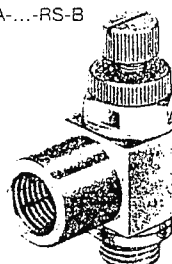
Tipo GRLA-...-B



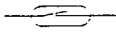
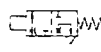
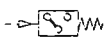
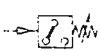
Tipo GRLA-...-PK-...-RS-B



Tipo GRLA-...-RS-B



Informaciones técnicas
Simbología Festo

Denominación	Significado	Simbolo
Convertidores, Contadores, Sensores		
Sensor de proximidad	Emisor de señales eléctricas de accionamiento magnético. Al aproximarse un campo magnético se cierra un contacto Reed y emite una señal eléctrica. Emisor neumático de accionamiento magnético. Al aproximarse un campo magnético se pone en funcionamiento una válvula y emite una señal neumática.	 
Final de carrera eléctrico	Según conexión, los finales de carrera pueden emplearse como contacto de trabajo, de reposo o conmutador.	
Convertidor de señales neumático/eléctrico	Las señales neumáticas se convierten en señales de salida eléctricas.	
Presostato	El aparato conmuta con una presión determinada.	
Contador totalizador neumático	Una señal neumática impulsa al contador (sumando).	
Contador neumático con preselección	El contador cuenta señales neumáticas hacia atrás (restando).	
Detector réflex (sensor de flujo anular)	El sensor de flujo anular emite una señal neumática al acercarse un objeto.	
Emisor por obturación de fuga	Al cerrarse la tobera alimentada con aire, se emite una señal neumática.	
Tobera emisora de la barrera de aire	La tobera produce un chorro de aire orientado hacia la tobera receptora.	
Tobera receptora de la barrera de aire	La tobera receptora se usa en combinación con la tobera emisora como barrera de aire para el registro de objetos.	
Detector de horquilla	Para la detección sin contacto de objetos pequeños.	

Denominación	Significado	Símbolo
Cruce de conducciones	Conducciones no unidas entre sí	
Lugar de escape del aire		
Orificio de salida	Sin dispositivo para conexión con rosca para conexión	
Toma de energía	Conexión de presión en aparatos y conducciones para toma de energía o para mediciones con tapón de cierre con conducción de conexión	
Racores rápidos	Unido, sin válvula antirretorno que abre mecánicamente Unido, con válvulas antirretorno que abren mecánicamente Desacoplado, con final abierto Desacoplado, fin cerrado mediante válvula antirretorno sin muelle	
Unión de giro	Unión de conducción que permite giro en ángulo durante el funcionamiento 1 paso 3 pasos	
Silenciador		
Recipiente (depósito aire comprimido)		
Filtro	Aparato para separar partículas de suciedad	
Separador de agua	Accionamiento manual con purga automática	
Filtro con separador de agua	Este aparato es una combinación de filtro y separador de agua accionamiento manual con purga automática	
Secador de aire	Aparato en el que se seca el aire (p.e., mediante sustancias químicas)	
Lubricador	Aparato en el que se enriquece el aire con un pequeño flujo de aceite para la lubricación de los elementos de trabajo	
Manómetro		

Denominación	Significado	Símbolo
Unidad de mantenimiento	Unidad de aparatos que consiste de filtro, regulador de presión, manómetro, y lubricador	

símbolo simplificado



Indicación óptica	Indicación de presión mediante color	
-------------------	--------------------------------------	--

Tipos de accionamiento

Accionamiento muscular	En general (sin indicación del tipo de accionamiento) mediante pulsador mediante palanca mediante pedal	
Accionamiento mecánico	Mediante leva mediante muelle mediante rodillo mediante rodillo escamoteable, trabaja solo en un sentido (retroceso en vacío)	
Accionamiento neumático	Efecto directo por medio de la aplicación de presión mediante escape en el pilotaje mediante diferentes superficies de mando. El rectángulo mayor, en el símbolo, representa la mayor superficie de mando, es decir, la fase con prioridad accionamiento indirecto, servopilotado mediante aplicación de presión de la válvula servopilotada Mediante compensación de la válvula servopilotada	
Accionamiento eléctrico	Mediante electroiman con un bobinado con dos bobinados de efecto en el mismo sentido con dos bobinados de efecto en sentido inverso	
Accionamiento combinado	Mediante electroiman y válvula servopilotada mediante electroiman o válvula servopilotada	
Enclavamiento	Dispositivo que mantiene una posición prefijada	
Mecanismo de avance	Evita, p.e., que un embolo que se encuentra en posición media (punto muerto) se quede parado	

Denominación	Significado	Símbolo
Válvulas de mando		
2-vías	Dos conexiones, posición de reposo cerrada	
	Dos conexiones, posición de reposo abierta	
3/2 vías	En primera posición de conexión, entrada cerrada, p.e., un cilindro de simple efecto a escape o conexión a una línea de reflujo.	
	En segunda posición, escape o línea de reflujo cerrado, p.e., cilindro de simple efecto aireado	
4/2 vías	Con dos posiciones de conexión, p.e., para cilindros de doble efecto	
5/2 vías	Con dos posiciones de conexión, p.e., para cilindros de doble efecto	
3/3 vías	Con posición central cerrada y 2 posiciones de conexión	
4/3 vías (ejemplos)	Con posición central a depósito y 2 posiciones de conexión	
	Con posición central, salidas a escape y 2 posiciones de conexión	
5/3 vías	Con posición central cerrada y dos posiciones de distribución	
5/4 vías	Con posición central cerrada y 3 posiciones de distribución	
3/6 vías	La entrada P está unida a una de las 6 salidas. Las salidas que no conectan están a escape.	
Válvula antirretorno	Sin muelle Abre cuando la presión de entrada es mayor que la presión de salida. Bajo presión del muelle. Abre cuando la presión de entrada es mayor que la presión de salida, inclusive la fuerza de apriete del muelle.	
Válvula selectora	La abertura de entrada con la mayor presión está automáticamente unida a la salida, mientras que la otra entrada está cerrada.	

Denominación	Significado	Símbolo
Válvula de escape rápido	Cuando la abertura de entrada está sin aplicación de presión, entonces la salida está a libre escape a la atmósfera.	
Válvula de estrangulación	Con estrangulación regulable	
Regulador unidireccional (válvula antirretorno con estrangulación)	Regulador con paso de aire en un sentido y estrangulación constante en el otro sentido.	
Válvula secuencial	Cuando la presión en la entrada sobrepasa la fuerza del muelle, se abre su paso hacia la salida	
Válvula reguladora de presión	Válvula que mantiene ampliamente constante la presión de salida, a pesar de alteraciones en la presión de entrada	
	sin escape (no se compensan las sobrepresiones de salida)	
	con escape (no se compensan las sobrepresiones de salida)	
Regulador de presión diferencial	La presión de salida se reduce en un valor fijo, que depende de la presión de entrada.	
Válvula de aislamiento o cierre		
Válvula de simultaneidad	La salida solamente conduce aire a presión cuando las dos entradas se hallen bajo presión	
Transmisión y acondicionamiento de la energía		
Fuente de presión		
Conducción de trabajo	Conducción para transmisión de energía	
Conducción de mando	Conducción para transmisión de la energía de mando (ajuste y regulación incluidos)	
Conducción de salida o fuga	Conducción para escape de aire	
Unión de conducción flexible	Para unir piezas móviles	
Conducción eléctrica	Conducción para transmisión de energía eléctrica	
Unión entre conducciones	Uniones fijas, p.e., soldado, atornillado (inclusive fittings y racores)	

2.6 Simbología

A las características de un aparato neumático pertenecen también los símbolos de conexión. Según ISO se confecciona una norma «símbolos de conexión» (ISO 1219). Esta toma el puesto de DIN 24300. La nueva norma es pues ahora válida como ISO 1219. A continuación se resumen los más importantes símbolos según esta norma. Resultan diferencias de poca importancia en comparación con DIN 24300, tanto en el símbolo como en la denominación. Donde nos pareció oportuno, agregamos explicaciones de la norma antigua. En los casos en los que no hay ningún símbolo según ISO 1219 para un producto de Festo, se incluyó en este catálogo un símbolo especial de Festo de fácil entendimiento, con explicación de su significado. CAD-Software Festo Pneucad ver hoja 2.2/1-2.

Denominación	Significado	Símbolo
Transformación de la energía		
Compresor	Con volumen de desplazamiento constante (solo un sentido de flujo)	
Motor neumático	Con volumen constante de desplazamiento	
	con un sentido de flujo	
	con dos sentidos de flujo	
	Con volumen variable de desplazamiento	
	con un sentido de flujo	
	con dos sentidos de flujo	
Motor giratorio	Neumático (motor neumático con giro limitado)	
Cilindro de simple efecto	Cilindros en los que la presión solo tiene efecto en un mismo sentido (para avance)	
	Retroceso por una fuerza no determinada	
	Retroceso por muelle	
Cilindro de doble efecto	Cilindros en los que la presión tiene efecto en ambos sentidos, a voluntad (avance y retroceso)	
	con vástago simple	
	con vástago doble	

Denominación	Significado	Símbolo
Cilindro con amortiguación	Con amortiguación simple no regulable (efecto solo en un sentido)	
	con amortiguación en ambos lados, no regulable (efecto en ambos sentidos)	
	con amortiguación simple, regulable	
	Con amortiguación en ambos lados, regulable	
Freno hidráulico	Regulación en un sentido	
	Regulación en ambos sentidos	
Amortiguación hidráulica	Regulación en un sentido	
Unidad de avance	Unidad que consta de cilindro neumático y freno hidráulico con regulación de velocidad en dos sentidos.	
Cilindro con accionamiento constante	Cilindro neumático, en el que, una vez conectado el aire comprimido y alcanzada una posición final del émbolo, el movimiento del émbolo se invierte automáticamente. Se mantiene el movimiento de vaiven del émbolo hasta que se cierre el aire entrante.	
Multiplicador de presión	Dispositivo que convierte una presión X en una presión Y mayor; para medios de presión con idénticas características, p.e. una presión neumática X se convierte en una presión Y mayor.	
	para dos fluidos diferentes, p.e. una presión neumática X se convierte en una mayor presión hidráulica Y.	
Convertidor de presión	Dispositivo que convierte una presión neumática en una presión hidráulica siempre igual o viceversa.	

Electroválvula

sin conector, con accionamiento manual
auxiliar y muelle neumático.

con rosca de G 1/8:

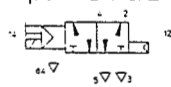
Tipo MEH-5/2-1/8-L

Válvulas de placas base 4 mm:

Tipo MEH-5/2-4,0-L

para bloque de conexión
tipo PRS-ME-...:

Tipo MEH-5/2-1/8-P-L



Válvulas con conexión de aire de
pilotaje

con rosca de G 1/8:

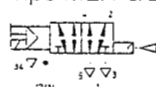
Tipo MEH-5/2-1/8-L-S

Válvulas de placas base 4 mm:

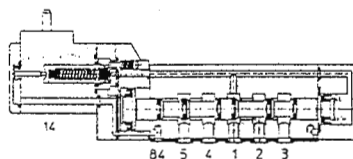
Tipo MEH-5/2-4,0-L-S

para bloque de conexión
tipo PRS-ME-...:

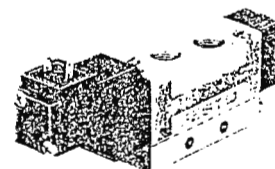
Tipo MEH-5/2-1/8-P-L-S



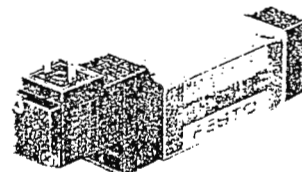
Ejemplo: Tipo MEH-5/2-4,0-L



con rosca de G 1/8



con válvulas de placas base 4 mm



para bloque de conexión tipo PRS-ME-...



Después de conectar la tensión se excita la bobina y la válvula conmuta. La válvula absorbe poca potencia y puede accionarse de modo directo electrónico.

El aire de escape auxiliar está conducido a la conexión 84. Retirando una junta bajo la tapa, puede descargar directamente al exterior.

Accesorios: ver dorso

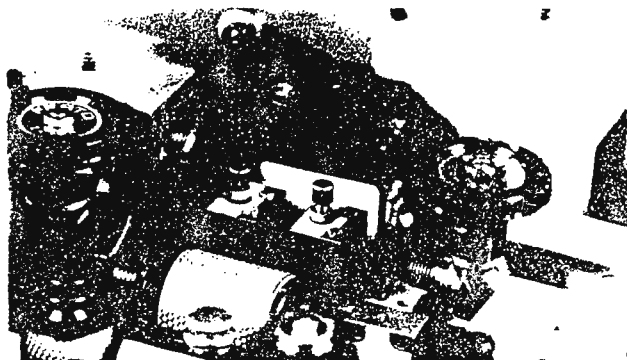
- 1 (P) = Alimentación de presión
- 4, 2 (A, B) = Utilizaciones
- 5, 3 (R, S) = Escapes de aire
- 12, 14 = Tomas del pilotaje
- 84 = Escape del servo

Referencia	157 646 MEH-5/2-1/8-L			157 649 MEH-5/2-4,0-L	157 645 MEH-5/2-1/8-P-L
Nº de artículo/Tipo	con pilotaje	157 648 MEH-5/2-1/8-L-S	157 650 MEH-5/2-4,0-L-S	157 647 MEH-5/2-1/8-P-L-S	
Fluido	Aire comprimido filtrado, con o sin lubricación*				
Función	Válvula de corredera				
Tipo de fijación	2 tornillos M4	Taladros en el cuerpo			
Conexión	G 1/8	Opcionalmente en placa de conexión			
Paso nominal	4 mm				
Caudal nominal (1—2, 1—4)	500 l/min				
Presión de funcionamiento	2,5 hasta 8 bar; con pilotaje: -0,9 hasta 8 bar				
Presión de pilotaje	sólo tipos S	2,5 hasta 8 bar			
Tiempo de conmutación	Conexión: 15 ms; Desconexión: 17 ms				
Temperaturas máximas	-5 hasta +50 °C				
Temperatura del fluido	-5 hasta +50 °C				
Materiales	Cuerpo:AL; Juntas: Perbunan				
Peso	0,190 kg	0,170 kg			
Tensión de alimentación	24 V tensión continua				
Potencia absorbida	1,5 W				
Duración de conexión	100 %				
Protección con conector	IP 65				

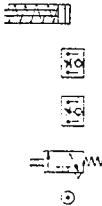
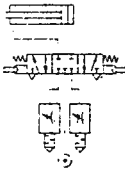
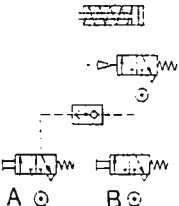
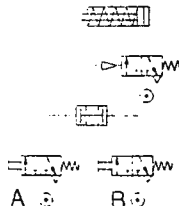
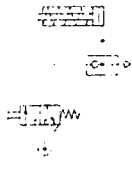
* En caso de utilizar aire a presión lubricado, emplear exclusivamente aceites de viscosidad J2. Los tipos S también son adecuados para vapor.

En casi todos los mandos son necesarias las válvulas de bloqueo y reguladoras de caudal. Las válvulas de caudal estrangulan el aire comprimido en sentido del flujo (Válvulas reguladoras de caudal). Las válvulas antirretorno son elementos que bloquean el flujo en un sentido y lo dejan pasar libremente en el contrario.

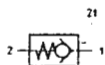
La combinación de ambas válvulas representan los reguladores unidireccionales, el aire comprimido tiene paso libre en un sentido, sin embargo en el sentido contrario puede disminuirse ó incluso hasta cerrarlo por completo.



La función "O" ó selector de circuito tiene dos entradas y una salida A. Impide el escape del aire por la otra válvula emisora cuando no está accionada.
La función "Y" ó válvula de simultaneidad tiene dos entradas y una salida A. El paso del aire comprimido solo se produce cuando existen ambas señales de entrada. Principalmente se utiliza en mandos de bloqueo, seguridad, funciones de control ó enlases lógicos.
Las válvulas de escape rápido sirven para aumentar las velocidades del émbolo de los cilindros de simple ó de doble efecto.

Regulador bidireccional	Regulador unidireccional		
 Velocidad regulable en el avance y en el retroceso. La sección de paso de aire comprimido es igual en ambas direcciones.	 Velocidad regulable en el avance y en el retroceso. Pueden regularse distintas secciones de paso de aire para el avance y para el retroceso.	 La regulación de la velocidad mediante la estrangulación del aire de alimentación, solo se aplica en cilindros pequeños ó de simple efecto, ya que la mas mínima variación en la carga del vástago, produciría irregularidades en el avance del mismo.	 Regulación de la velocidad mediante la estrangulación del aire de escape. El émbolo queda sujeto entre las dos cámaras de aire formadas por el aire de alimentación y el de escape estrangulado. (Movimiento más uniforme aun con variaciones de carga.)
Regulador de aire de escape	Elemento "O"	Elemento "Y"	Válvula de escape rápido
 Regulación de la velocidad mediante la estrangulación del aire de escape, después de la válvula de mando. El regulador lleva silenciador incorporado.	 El cilindro de aire comprimido puede mandarse desde dos posiciones indistintamente.	 El cilindro de aire comprimido solo recibirá aire cuando se accionen los dos pulsadores.	 Aumento de la velocidad del vástago durante el retroceso mediante una válvula de escape rápido acoplada directamente al cilindro. Especialmente indicado en cilindros de gran diámetro.

Válvulas unidireccionales
pilotadas, con racor orientable
Tipo HGL-...



ver hoja 3.10/10

Regulador de caudal
unidireccional
con tornillo moleteado y racor orientable

Tipo GRLA-...-QS-...



ver hoja 3.10/20

Regulador de caudal uni-
direccional

con conexión orientable

Tipo GRLZ-...-B

con tornillo moleteado

Tipo GRLZ-...-RS-B



ver hoja 3.10/21

Regulador de caudal uni-
direccional

con conexión orientable

Tipo GRLA-...-B

con tornillo moleteado

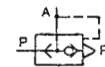
Tipo GRLA-...-RS-B



ver hoja 3.10/22

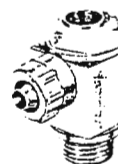
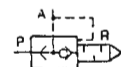
Escapes rápidos
sin silenciador

Tipo SE-...



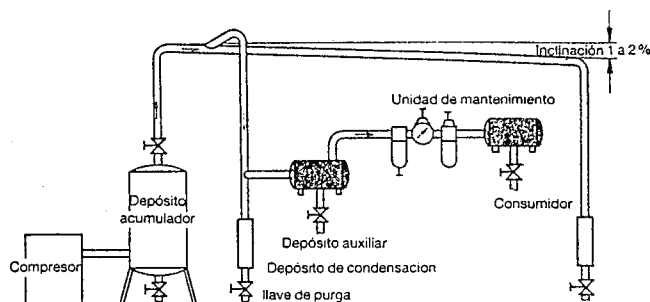
Escapes rápidos
con silenciador incorporado

Tipo SEU-...



Distribución del aire comprimido

La distribución del aire comprimido desde el generador hasta el consumidor no debería descuidarse nunca, puesto que aquí pueden lograrse grandes ahorros económicos mediante la prevención ante pérdidas por fugas, con la selección de los aparatos y materiales adecuados. Los gastos adicionales, en caso de una instalación nueva, se amortizan por la unidad de mantenimiento con una mejor estanqueidad y menos pérdidas por fuga.



Disposición general de una instalación de distribución de aire comprimido con una derivación intermedia. La incorporación de un depósito dentro de una instalación neumática depende de los diferentes consumidores y es imprescindible cuando hay simultaneidad entre varias salidas.

El acumulador principal está conectado directamente al compresor y compensa las variaciones de presión que provienen del mismo. Además es depósito para la red entera y también contribuye a la refrigeración del aire comprimido, para separar aquí ya la condensación que hubiese. En caso de instalaciones mayores de compresores, se incorpora entre el compresor y el acumulador un refrigerador auxiliar con separador de agua, con el que se separa ya una gran parte de la condensación.

Los acumuladores de aire comprimido sirven para compensar las oscilaciones de la presión de funcionamiento estable, dentro de lo posible.

Preparación del aire comprimido – Condición previa para la seguridad de funcionamiento y duración de los mandos neumáticos

La seguridad de funcionamiento y la duración de una instalación neumática dependen considerablemente del acondicionamiento del aire comprimido:

La suciedad del aire comprimido, cascari-lla, óxido y polvo, así como también partículas líquidas contenidas en el aire, como agua condensada, pueden causar grandes deterioros en las instalaciones neumáticas. Estas suciedades provocan el desgaste en superficies deslizantes y elementos de junta, influyendo sobre su funcionamiento y duración de los elementos neumáticos.

La conexión y desconexión del compresor origina oscilaciones en la presión que influyen negativamente en el funcionamiento de la instalación.

Para eliminar estas influencias nocivas deben emplearse en cada mando neumático los aparatos de mantenimiento del aire comprimido.

Funcionamiento de las unidades de mantenimiento

Los filtros de aire comprimido purifican el aire de partículas sólidas y gotas de humedad. Las partículas mayores de 40 µm (depende del cartucho filtrante) serán retenidas por un filtro sinterizado. Mediante una instalación especial se separan los líquidos hacia el recipiente del filtro. La condensación acumulada en el recipiente del filtro se vacía cada cierto tiempo, puesto que en caso contrario sería arrastrado por el aire.

Hay ramos que muy a menudo necesitan el aire con un filtrado extremo: industria química, farmacéutica, técnica de procesos, alimentación, etc. Para ello se emplean los filtros submicrónicos.

Estos filtros purifican el aire de mando casi por completo de las gotas más pequeñas de agua y aceite que aún contuviese el aire comprimido, en un 99,999 % (referido a 0,01 micras).

La válvula reguladora de presión mantiene constante la presión de trabajo (lado secundario), independientemente de las oscilaciones de la presión en la red (lado primario) y el consumo del aire. La presión de entrada siempre debe ser mayor que la de trabajo.

El lubricador del aire comprimido tiene la misión de proporcionar a los elementos neumáticos suficiente engrase. El aceite es aspirado del depósito y nebulizado por el contacto con el aire fluyente. El lubricador comienza a trabajar solamente cuando existe suficiente flujo de aire.

Con el empleo de elementos de baja presión, sensores o microneumática debe preverse, un prefiltro y después un filtrado submicrónico a continuación. Debe renunciarse al enriquecimiento del aire con aceite, puesto que de lo contrario surgen perturbaciones en el funcionamiento.

Filtro regulador

Presión nominal 12 bar:
con cabezal regulador bloqueable.

Tipo LFR-...-S-B

con cartucho filtrante de 5 µm

Tipo LFR-...-S-5M-B

con cabezal regulador que puede bloquearse por llave

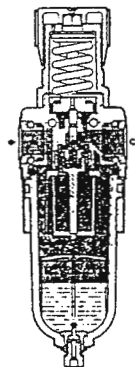
Tipo LFRS-...-S-B

Presión nominal 7 bar:

Para casos de aplicación especiales, cuando la presión de trabajo deba ser entre 3 y 5 bar, en la característica de regulación se dispone de otro más apropiado que es el.

con cabezal regulador bloqueable

Tipo LFR-...-S-7-B



WA-1



LFR



LFRS



FRS



Accesorios:

Cartuchos filtrantes de 5 µm tipo LFP-...

Funda metálica de protección tipo FRS-...

Escuadra de fijación y distribuidor, ver al dorso

Manómetros de recambio en página 8/75-1

Purga automática del condensado tipo WA-1

Este elemento puede enroscarse en lugar del tornillo de purga manual. Ver datos técnicos en la página 8/60-1.

En este elemento el filtro y el regulador están incorporados en el mismo cuerpo.

El filtro sinterizado con separador de agua elimina del aire comprimido la suciedad, los óxidos y el agua de condensación.

El cartucho filtrante de 40 µm puede sustituirse por otro de 5 µm.

El depósito del filtro puede también desmontarse fácilmente mediante el cierre de bayoneta.

El regulador de presión regula el aire comprimido alimentado al valor de la presión de funcionamiento ajustado y compensa posibles oscilaciones de la presión.

En el tipo LFRS se puede bloquear con llave el cabezal regulador una vez ajustada la presión de funcionamiento deseada.

Existen dos ejecuciones:

Tipo LFR-...-S-B: Regulación entre 0 y 12 bar; indicación 0 a 16 bar

Tipo LFR-...-S-7-B: Regulación entre 0 y 7 bar; indicación 0 a 10 bar

Referencia	Presión nominal 12 bar	150018 LFR-1/8-S-B	150024 LFR-1/4-S-B	150030 LFR-1/2-S-B	150036 LFR-3/4-S-B
		150022 LFR-1/8-S-5M-B	150027 LFR-1/4-S-5M-B	150034 LFR-1/2-S-5M-B	150039 LFR-3/4-S-5M-B
	Presión nominal 7 bar	150019 LFR-1/8-S-7-B	150026 LFR-1/4-S-7-B	150032 LFR-1/2-S-7-B	150038 LFR-3/4-S-7-B
	Con llave	14974 LFRS-1/8-S	14975 LFRS-1/4-S-B	14976 LFRS-1/2-S-B	14977 LFRS-3/4-S-B
	Cartucho filtrante de 5 µm	11921 LFP-1/8-S-5M	9277 LFP-1/4-S-5M		9279 LFP-1/2-S-5M
Nº Artículo/Tipo	Funda metálica de protección	11925 FRS-1/8-S	10635 FRS-1/4-S-B	14801 FRS-1/2-S-B	8843 FRS-3/4-S-B
Fluido	Aire comprimido				
Función	Filtro sinterizado con separador de agua, regulador de émbolo				
Fijación	Orificios en el cuerpo o escuadra de fijación				
Posición de trabajo	Vertical ± 5°				
Conexiones	G 1/8 G 1/4 G 1/2 G 3/4				
Caudal nominal*	Tipo LFR-...-S-B, LFRS-...-S-B	840 l/min	2290 l/min	3220 l/min	4120 l/min
	LFR-...-S-5M-B	810 l/min	2130 l/min	2750 l/min	3860 l/min
	LFR-...-S-7-B	1040 l/min	2370 l/min	3360 l/min	4710 l/min
Presión máxima de entrada	14 bar como máximo				
Presión de trabajo	Tipo LFR-...-S-B: 12 bar como máximo; tipo LFR-...-S-7-B: 7 bar como máximo				
Capacidad de filtraje	Normal: 40 µm; tipo LFR-...-5M; tipo LFP: 5 µm de porosidad media				
Capacidad de condensación	10 cm³ 43 cm³ 50 cm³ 86 cm³				
Temperaturas de funcionamiento	de -10 hasta +60°C				
Material	Cuerpo: Poliamida reforzada con fibra de vidrio; Depósito de filtro: Poliamida especial; Juntas: Perbunan				
Peso	0,275 kg 0,585 kg 0,735 kg 1,055 kg				

* Con presión de entrada 10 bar, presión de trabajo 6 bar y Δp = 1 bar

Regulador de presión

Presión nominal 12 bar:
con cabezal regulador bloqueable

Tipo LR-...-S-B

con cabezal regulador que puede bloquearse por llave

Tipo LRS-...-S-B

Margen de regulación de 0 hasta 12 bar
Margen de indicación de 0 hasta 16 bar

Presión nominal 7 bar:

Para aplicaciones determinadas, por ejemplo, en mandos con presión reducida, de 3 a 5 bar, existe un regulador más adecuado en cuanto a flujo y característica de regulación.

Tipo LR-...-S-7-B

con cabezal regulador bloqueable

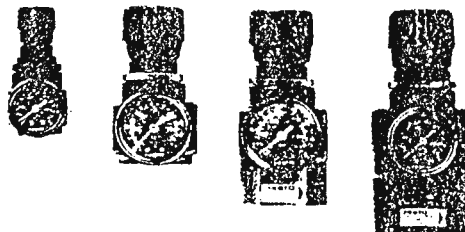
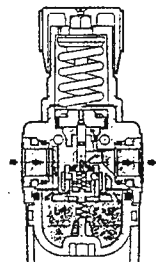
Tipo LRS-1/4-S-7-B

Margen de indicación de 0 hasta 10 bar
Margen de regulación de 0 hasta 7 bar

Accesorios:

Escuadra de fijación tipo HR-...-S-B

Manómetros de repuesto en la página 8/75-1.



LRS

El regulador de presión asegura un valor constante de la presión de salida (lado secundario) independientemente de las oscilaciones de presión en la red (lado primario) y del consumo de aire.

La presión de funcionamiento puede también reducirse aunque no haya consumo gracias al sistema de descarga automática del mismo.

En el tipo LRS puede cerrarse con llave el cabezal regulador una vez ajustada la presión de trabajo necesaria. Al quitar la llave, este valor ajustado permanece constante.

Referencia	Regulador	150042 LR-1/8-S-B	150046 LR-1/4-S-B	150050 LR-1/2-S-B	150054 LR-3/4-S-B
		150043 LR-1/8-S-7-B	150048 LR-1/4-S-7-B	150052 LR-1/2-S-7-B	150056 LR-3/4-S-7-B
	Con llave	14978 LRS-1/8-S-B	33322 LRS-1/4-S-B	14980 LRS-1/2-S-B	14981 LRS-3/4-S-B
			33323 LRS-1/4-S-7-B		
Nº Artículo/Tipo	Escuadra de fijación	150257 HR-1/8-S-B	150258 HR-1/4-S-B	150259 HR-1/2-S-B	150260 HR-3/4-S-B
Fluido	Aire comprimido filtrado con o sin lubricación				
Función	Regulador de émbolo con escape secundario				
Fijación	Orificios en el cuerpo, escuadra de fijación o montaje frontal				
Posición de trabajo	Indiferente				
Conexiones		G 1/8	G 1/4	G 1/2	G 3/4
Caudal nominal*	Tipo LR-...-S-B, LRS-...-S-B	690 l/min	1900 l/min	3250 l/min	3600 l/min
	LR-...-S-7-B, LRS-...-S-7-B	850 l/min	2400 l/min	3360 l/min	4300 l/min
Presión máxima de entrada	Tipo LR-...-S-B, LRS-...-S-B	14 bar			
	LR-...-S-7-B, LRS-...-S-7-B	14 bar	14 bar	14 bar	14 bar
Presión de trabajo máximo	Tipo LR-...-S-B, LRS-...-S-B	12 bar			
	LR-...-S-7-B, LRS-...-S-7-B	7 bar			
Temperaturas de funcionamiento	de -10 hasta +60 °C				
Material	Cuerpo: Poliamida reforzada con fibra de vidrio; Juntas: Perbunan				
Peso		0,215 kg	0,430 kg	0,610 kg	0,870 kg

Filtro Tipo LF-...-S-B



Accesorios:

Purga automática de agua tipo WA-1.
Este elemento puede enroscarse en lugar del tornillo de purga manual.

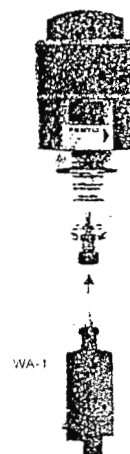
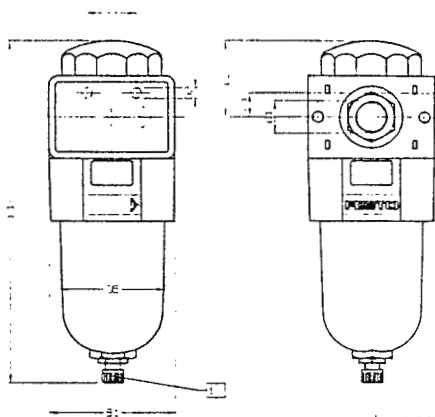
Datos técnicos, ver página 8/60-1.

Escuadra soporte tipo HR, ver página 8/10-2

El filtro sinterizado con separador de agua elimina del aire comprimido la suciedad, el óxido y el agua de condensación.

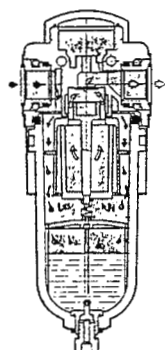
Para el prefiltraje en mandos que funcionan con baja presión o para casos especiales, puede intercambiarse fácilmente el cartucho filtrante normal de 40 µm por otro de 5 µm.

El depósito del filtro también puede desmontarse fácilmente mediante cierre de bayoneta.



↑ Tornillo de purga manual
→ Dirección del flujo

Tipo	B ₁	B ₂	D ₁	D ₂	D ₃	L ₁	L ₂	L ₃
LF-1/8-S	42	21	G 1/8	3,9	31	130,5	28,3	7,8
LF-1/4-S-B	60	27	G 1/4	5,1	47	158	37	10,5
LF-3/8-S-B	68	29,7	G 3/8	5,1	47	180	37	12,4
LF-1/2-S-B	76	29,7	G 1/2	6,1	60	213	47	14,8



Referencia	Filtro	10587 LF-1/4-S	10631 LF-1/4-S-B	13551 LF-3/8-S-B	8838 LF-1/2-S-B
	Cartucho filtrante 5 µm	11921 LFP-1/8-S-5M	9277 LFP-1/4-S-5M		9279 LFP-1/2-S-5M
Nº Artículo/Tipo	Funda metálica de protección	11925 FRS-1/8-S	10635 FRS-1/4-S-B	14801 FRS-3/8-S-B	8843 FRS-1/2-S-B
Fluido	Aire comprimido				
Función	Filtro sinterizado con separador de agua				
Fijación	Montaje en línea o por orificios en el cuerpo				
Posición de trabajo	Vertical ± 5°				
Conexiones	G 1/8 G 1/4 G 3/8 G 1/2				
Caudal nominal*	450 l/min 1470 l/min 1660 l/min 2080 l/min				
Presión máxima de trabajo	14 bar				
Capacidad de filtraje	Normal: 40 µm; cartucho filtrante tipo LFP: 5 µm de porosidad media				
Capacidad de condensación	10 cm³ 43 cm³ 76 cm³ 86 cm³				
Temperaturas de funcionamiento	de -10 hasta +60 °C				
Materiales	Cuerpo: Poliamida reforzada con fibra de vidrio; Depósito del filtro: Poliamida especial; Juntas: Perbunan				
Peso	0,155 kg 0,320 kg 0,445 kg 0,700 kg				

* Con presión de entrada 6 bar y p = 1 bar, con cartucho filtrante de 5 µm el flujo es 20% menor aproximadamente.

Filtro submicrónico
para 99,999 % de pureza
Tipo LFM-...



Accesorios:

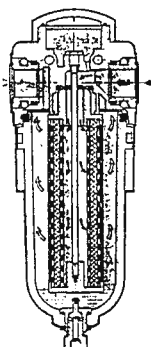
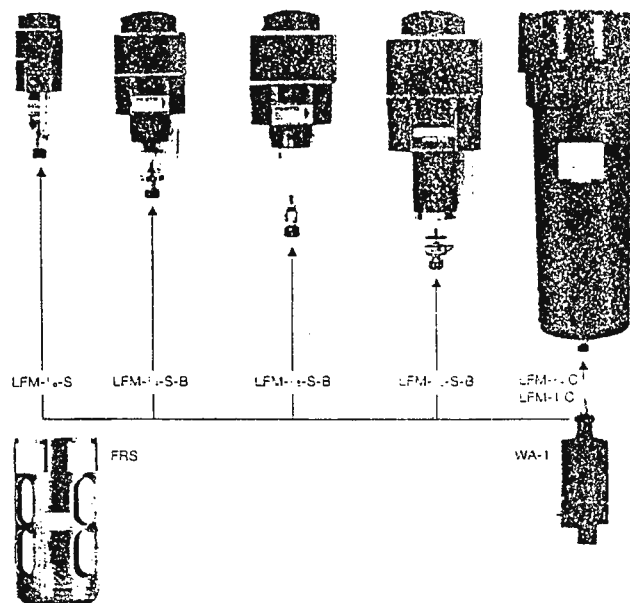
Purga automática de agua tipo WA-1.
Este elemento puede enroscarse en lugar
del tornillo de purga manual.

Datos técnicos, ver página 8/60-1.

Ver cartuchos filtrantes en el reverso.

Hay ramos industriales tales como la in-
dustria química, farmacéutica, industrias
alimenticias, de la pintura, etc. que nece-
sitán el aire con un grado de pureza muy
elevado.

Los filtros submicrónicos de FESTO puri-
fican el aire comprimido de las gotas de
agua y aceite que contiene en suspensión
el aire comprimido en un porcentaje del
99,999 % (referido a 0,01 micras).



El aire comprimido fluye a través de un cartucho filtrante de fibra de vidrio de borosilicato, desde dentro hacia afuera. Al pasar el aire por el tejido fibroso, a las partículas mayores de 3 micras se les impide el paso por el lecho de filtración mediante un simple efecto de inercia, o se recogen en las fibras mediante captación directa (choque). La separación de partículas finas del vaho de aceite e impurezas de materia sólida hasta 0,01 micras es debido a la finura extraordinaria del tejido de filtro. Las partículas líquidas chocan con las fibras, para formar allí gotas mayores refecto de coalescencia), que caen luego por gravedad.

Para evitar que vuelva a ser arrastrada por el aire comprimido la emulsión de aceite-agua recogida en el material esponjoso, debe observarse el caudal recomendado para estos aparatos.

Al emplear filtros submicrónicos se deberá efectuar un prefiltrado del aire comprimido con 5 µm (para prolongar la vida útil del cartucho filtrante).

Referencia	Filtros submicrónicos	10588	10633	13552	8839	15610	15611
Nº Artículo/Tipo		LFM-1/4-S	LFM-1/4-S-B	LFM-1/2-S-B	LFM-1/2-S-B	LFM-1/2-C	LFM-1-C
	Funda metálica de protección	11925	10635	14801	8843	Conjunto de fijación	
		FRS-1/4-S	FRS-1/4-S-B	FRS-1/2-S-B	FRS-1/2-S-B	15615 HR-1/2-C	
Fluido	Aire comprimido filtrado previamente, con 5 µm de porosidad media						
Función	Filtro de aire comprimido con un grado del 99,999 %						
Fijación	Orificios en el cuerpo					Montaje en línea	
Posición de trabajo	Vertical ±5°						
Conexiones		G 1/4	G 1/4	G 1/2	G 1/2	G 1/2	G 1
Caudal normal recomendado*		85 l/min	300 l/min	400 l/min	700 l/min	1800 l/min	1800 l/min
Presión de trabajo	14 bar como máximo						
Capacidad de condensación		10 cm³	43 cm³	75 cm³	86 cm³		
Contenido de aceite residual						0,1 ppm	
Temperaturas de funcionamiento	60 °C como máximo						
Material	Cuerpo Deposito del filtro Juntas	Poliaramida reforzado con fibra de vidrio Poliaramida especial Perbunan				Aluminio Acero Perbunan	
Peso		0,170 kg	0,350 kg	0,475 kg	0,720 kg	3,800 kg	

* Con 0 bar en la entrada. A p = 0,07 bar

Unidad de mantenimiento

Presión nominal 12 bar
con cabezal regulador bloque

Tipo FRC-...-S-B

con cabezal regulador que puede bloquearse por llave

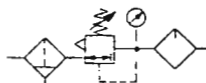
Tipo FRCS-...-S-B

Presión nominal 7 bar:

Para aplicaciones determinadas, por ejemplo, en mandos con presión reducida, de 3 a 5 bar, existe un regulador más adecuado en cuanto a flujo y característica de regulación.

con cabezal regulador bloqueable

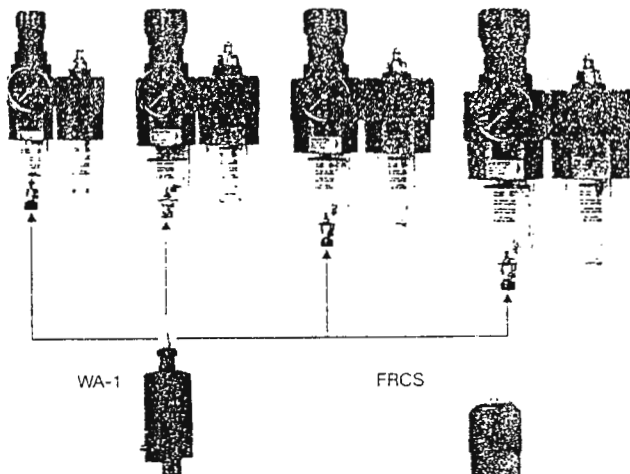
Tipo FRC-...-S-7-B



Accesorios, ver al dorso.

Esta nueva serie de unidades de mantenimiento se caracterizan por lo siguiente:

- Las unidades se pueden variar de tal forma que la alimentación del aire comprimido se efectúe por la derecha o la izquierda.
- Sustitución sencilla del cartucho de filtro, de diferentes porosidades
- Gracias al cierre de bayoneta pueden desmontarse fácilmente los depósitos del filtro y del lubricador.



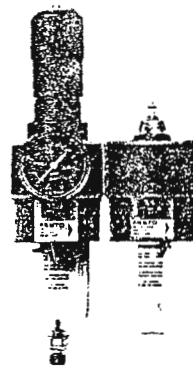
WA-1

FRCS

Nota:

Para evitar daños mecánicos al vaso del filtro, que se halla bajo presión, se recomienda por motivos de seguridad la utilización de la cubierta de protección metálica tipo FRS.

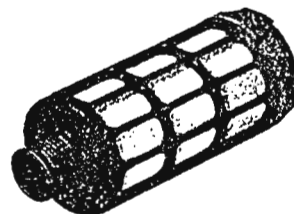
FRS



Referencia	Unidad de mantenimiento	150058 FRC-1/8-S-B	150062 FRC-1/4-S-B	150066 FRC-1/2-S-B	150070 FRC-3/4-S-B
	Con llave	30965 FRCS-1/8-S-B	30966 FRCS-1/4-S-B	30967 FRCS-1/2-S-B	30968 FRCS-3/4-S-B
	Funda metálica de protección	11925 FRS-1/8-S	10635 FRS-1/4-S-B	14801 FRS-1/2-S-B	8843 FRS-3/4-S-B
Nº Artículo/Tipo	Cartucho de filtro 5 µm	11921 LFP-1/8-S-5M	9277 LFP-1/4-S-5M		9279 LFP-1/2-S-5M
Fluido		Aire comprimido			
Función		Filtro sintetizado con depósito de condensación; regulador de embolo; lubricador directamente proporcional			
Fijación		Orificios en el cuerpo o por escuadra de fijación			
Posición de trabajo		Vertical ± 5°			
Conexiones		G 1/8	G 1/4	G 1/2	G 3/4
Caudal nominal*	Tipo FRC-...-S-B, FRCS-...-S-B	840 l/min	1340 l/min	1660 l/min	2760 l/min
	FRC-...-S-7-B, FRCS-...-S-7-B	940 l/min	1320 l/min	1700 l/min	3800 l/min
Presión máxima de entrada	Tipo FRC-...-S-B, FRCS-...-S-B	14 bar			
	FRC-...-S-7-B, FRCS-...-S-7-B	14 bar			
Presión de trabajo máximo	FRC-...-S-B, FRCS-...-S-B	12 bar			
	FRC-...-S-7-B, FRCS-...-S-7-B	7 bar			
Funcionamiento del lubricador		A partir de 2,4 l/min	A partir de 7,5 l/min	A partir de 16 l/min	A partir de 22 l/min
Cantidad de aceite	min.	1 cm³	20 cm³	2,5 cm³	15 cm³
	máx.	18 cm³	75 cm³	90 cm³	185 cm³
Capacidad de filtraje		Normal: 40 µm; cartucho tipo LFP: 5 µm de porosidad media			
Capacidad de condensación		10 cm³	43 cm³	50 cm³	86 cm³
Temperaturas de funcionamiento		de -10 hasta +60 °C			
Material		Cuerpo: Poliamida reforzada con fibra de vidrio; Depósitos del filtro y del lubricador: Poliamida especial; Juntas: Perbunan			
Peso		0,370 kg	0,830 kg	0,905 kg	1,620 kg

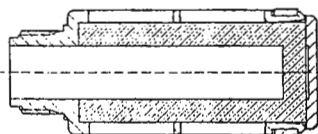
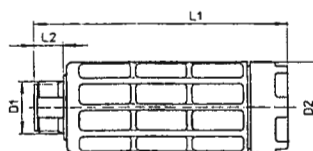
*Con presión de entrada 10 bar, presión de trabajo 6 bar y Δp = 1 bar; con cartucho filtrante de 5 µm, el caudal es un 20% inferior aproximadamente

Silenciador (plástico)
Tipo U-...



Los silenciadores tienen la función de reducir el nivel de ruidos en las conexiones de evacuación de aire de las válvulas.

Mediante la reducción de la velocidad del aire se logra reducir el ruido. Los silenciadores disminuyen gran parte del ruido ocasionado por el aire de escape, sin que por ello se incida significativamente en la velocidad del vástago de un cilindro. Atención: Limpiar los silenciadores en keroseno o bencina (no utilizar tricloroetileno).



Tipo	D ₁	D ₂	L ₁	L ₂
U-1/8	G 1/8	15	36,4	6,5
U-1/4	G 1/4	19	58,3	8,5
U-3/8	G 3/8	33,5	81,3	10,5
U-1/2	G 1/2	43	91,5	13,5
U-3/4	G 3/4	45	122,9	14
U-1	G 1	55	129	15

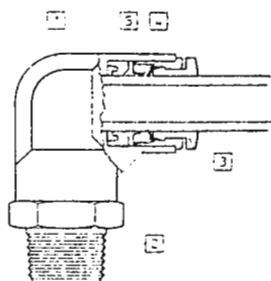
Presiones mínimas y máximas			0 hasta 10 bar				
Temperaturas mínimas y máximas			-10 hasta +70 °C				
Referencia		Conexión	Nivel de ruido con 6 bar, contra presión atmosférica* dB (A)	Diámetro nominal en la entrada mm	Caudal nominal normal ** l/min	Peso kg	Material
Nº de pieza	Tipo						
2307	U-1/8	G 1/8	77	6,4	2050	0,002	sintético
2316	U-1/4	G 1/4	77	8	3400	0,008	
2309	U-3/8	G 3/8	82	11	6200	0,030	
2310	U-1/2	G 1/2	80	15	10600	0,058	
2311	U-3/4	G 3/4	82	18,6	15000	0,083	
2312	U-1	G 1	84	22	19500	0,140	

* Medición a 1 metro de distancia

** a 6 bar en la entrada, contra presión atmosférica

Quick Star – la técnica en detalle

Material



1. Cuerpo:
Polibutilentereftalato
2. Rosca con exágono:
Latón niquelado
3. Anillo de desconexión:
Poliacetato
4. Garra de sujeción:
Acero inoxidable
5. Junta: Perbunan

La rosca



Estanqueidad absoluta sin junta

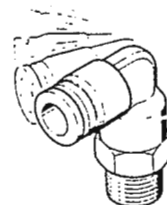
Todas las roscas cónicas R de la gama Quick Star están revestidas de un agente de estanqueización con teflón.

Simplemente enroscar el racor manualmente y apretarlo una o dos vueltas con la llave fija correspondiente.

El racor puede reutilizarse hasta cinco veces.

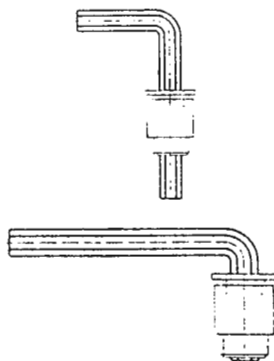
La rosca R cumple con la norma DIN 2999 y ISO 7/1.

Flexibilidad de montaje



Todos los racores rápidos de la serie Quick Star pueden orientarse 360°. La parte metálica puede girar respecto al cuerpo de material sintético, manteniendo la estanqueidad. Una vez apretado el racor, puede orientarse en la dirección más adecuada.

Exágono interior



Algunos racores de la serie Quick Star, se fijan por medio de un exágono interior. Debe tenerse cuidado de no hundir demasiado la llave allen, para no deteriorar las piezas que puedan hallarse en el fondo.

Nota:

Si existen salidas laterales dentro del agujero roscado pueden obturarse si se enrosca demasiado el racor.

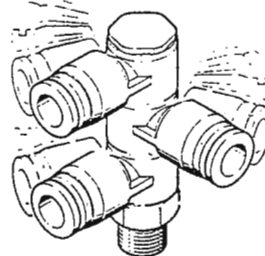
Respetar la profundidad de roscado y los pares de apriete recomendados.

Rosca	Par de apriete en Nm	Profundidad de roscado en mm
M3	0,7	3
M5	1,5 hasta 1,9	3,5
R 1/8	2 hasta 9	4
R 1/4	12 hasta 14	6
R 3/8	22 hasta 24	6,5
R 1/2	28 hasta 30	8

Datos técnicos

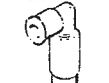
Presión de trabajo máx.: -0,95 hasta +10 bar
Temp. máximas: 0 hasta 60 °C

Flexible en todos los sentidos



Los racores múltiples de 2, 3 y 4 salidas pueden combinarse de muy diversas formas. Al poder girar 360°, permiten una excepcional gama de posibilidades de montaje.

Quick Star – Serie Mini

Tipo QSM-...	Tipo QSMF-...	Tipo QSM-...-I	Tipo QSMF-...	Tipo QSM-...	Tipo QSM-...
					
Hoja 9/22-1	Hoja 9/22-2	Hoja 9/22-1	Hoja 9/22-2	Hoja 9/22-3	Hoja 9/22-3
Tipo QSMC-...	Tipo QSC-...	Tipo QSMS-...	Tipo QSML-...	Tipo QSMLL-...	Tipo QSML-...
					
Hoja 9/22-3	Hoja 9/22-3	Hoja 9/22-4	Hoja 9/23-1	Hoja 9/23-1	Hoja 9/23-2
Tipo QSML-...	Tipo QSMT-...	Tipo QSMTL-...	Tipo QSMT-...	Tipo QSMY-...	Tipo QSMX-...
					
Hoja 9/23-2	Hoja 9/24-1	Hoja 9/24-1	Hoja 9/24-2	Hoja 9/24-2	Hoja 9/24-2

Quick Star – Serie Estándar

Tipo QS-...	Tipo QS-...-I	Tipo QSF-...	Tipo QS-...	Tipo QS-...	Tipo QSH-...
					
Hoja 9/30-1	Hoja 9/30-1	Hoja 9/30-2	Hoja 9/30-2	Hoja 9/30-2	Hoja 9/30-3
Tipo QSC-...	Tipo QSC-...	Tipo QSS-...	Tipo QSSF-...	Tipo QMR-...	Tipo QSL-...
					
Hoja 9/30-3	Hoja 9/30-3	Hoja 9/30-4	Hoja 9/30-4	Hoja 9/30-4	Hoja 9/31-1
Tipo QSL-...	Tipo QSLF-...	Tipo QSL-...	Tipo QSL-...	Tipo QST-...	Tipo QSTL-...
					
Hoja 9/31-1	Hoja 9/31-2	Hoja 9/31-2	Hoja 9/31-3	Hoja 9/32-1	Hoja 9/32-1
Tipo QST-...	Tipo QSY-...	Tipo QSY-...	Tipo QSY-...	Tipo QSLV-...	Tipo QSLV-...
					
Hoja 9/32-2	Hoja 9/32-3	Hoja 9/32-3	Hoja 9/32-4	Hoja 9/32-5	Hoja 9/32-5
Tipo QSTF-...	Tipo QSYLV-...	Tipo QSYTF-...	Tipo QSYL-...	Tipo QSLV2-...	Tipo QSLV3-...
					
Hoja 9/32-6	Hoja 9/33-1	Hoja 9/33-1	Hoja 9/33-2	Hoja 9/33-3	Hoja 9/33-3
Tipo QSLV4-...	Tipo QSLV6-...	Tipo QSQ-...	Tipo QSQ-...	Tipo QST3-...	Tipo QST3-...
					
Hoja 9/33-4	Hoja 9/33-4	Hoja 9/33-5	Hoja 9/33-5	Hoja 9/33-6	Hoja 9/33-6

Elementos neumáticos con racor QS incorporado

Tipo QSK-...	Tipo QSK-...	Tipo QSKL-...	Tipo QSR-...	Tipo QSRL-...	Otros elementos Festo con racor QS: Capítulo 3, Hoja 3/10/20-1 Capítulo 4, Hoja 4/1/10-1, 4/1/12-1, 4/4/10-1 Capítulo 8, Hoja 8/40-1, 8/41-1 Capítulo 9, Hoja 9/10-1
					
Hoja 9/35-1	Hoja 9/35-1	Hoja 9/35-2	Hoja 9/35-3	Hoja 9/35-3	

Accesorios

Tubo de plástico para racores rápidos QS, CN y CK

PNEUMATIC

Tubo de plástico

con Ø exterior según CETOP RP 54 P

Tipo PAN-...

Adecuado para presiones y temperaturas medias.

Estos tubos no deben utilizarse para conducir productos cosméticos ni alimenticios.



Presión de funcionamiento		-0,95 hasta la presión máxima (ver tabla)					
Temperaturas máximas		-30 hasta +80 °C					
Nº artículo	Tipo	Ø exterior mm	Ø interior mm	Material	Radio mínimo mm	Peso kg/m	Color
152 697	PAN-4 x 0,75	4,0	2,9	Poliamida	18	0,006	Plateado
152 699	PAN-6 x 1	6,0	4,0		32	0,016	
152 700	PAN-8 x 1,25	8,0	5,9		43	0,024	
152 701	PAN-10 x 1,5	10,0	7,0		58	0,042	
152 702	PAN-12 x 1,75	12,0	8,4		64	0,060	
152 703	PAN-16 x 2	16,0	12,0		94	0,092	

Presión de trabajo máxima del tubo PAN, en función de la temperatura.

Temperatura	PAN-4 x 0,75	PAN-6 x 1	PAN-8 x 1,25	PAN-10 x 1,5	PAN-12 x 1,75	PAN-16 x 2
-30 °C	14,5 bar	19,0 bar	14,5 bar	17,0 bar	17,0 bar	13,5 bar
+20 °C	14,5 bar	19,0 bar	14,5 bar	17,0 bar	17,0 bar	13,5 bar
+40 °C	10,5 bar	13,5 bar	10,5 bar	12,0 bar	12,0 bar	9,5 bar
+60 °C	8,5 bar	11,0 bar	8,5 bar	10,0 bar	10,0 bar	8,0 bar
+80 °C	7,0 bar	9,0 bar	7,0 bar	8,0 bar	8,0 bar	6,5 bar

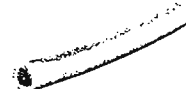
Tubo de plástico

con Ø exterior según CETOP RP 54 P

Tipo PUN-...

Estos tubos son muy flexibles y permiten pequeños radios de curvatura.

Estos tubos no deben utilizarse para conducir productos cosméticos ni alimenticios.



Presion de funcionamiento			-0.95 hasta la presion maxima (ver tabla)				
Temperaturas maximas			-35 hasta +60 °C				
Nº articulo	Tipo	Ø exterior mm	Ø interior mm	Material	Radio minimo mm	Peso kg/m	Color
152 583	PUN-3 x 0,5	3,0	2,1	Poliamida	12,5	0,004	Plateado
159 660	PUN-3 x 0,5-BL						azul
159 661	PUN-3 x 0,5-SW						negro
152 584	PUN-4 x 0,75	4,0	2,6		17,0	0,009	Plateado
159 662	PUN-4 x 0,75-BL						azul
159 663	PUN-4 x 0,75-SW						negro
152 586	PUN-6 x 1	6,0	4,0		26,5	0,019	Plateado
159 664	PUN-6 x 1-BL						azul
159 665	PUN-6 x 1-SW						negro
152 587	PUN-8 x 1,25	8,0	5,7		37,0	0,030	Plateado
159 666	PUN-8 x 1,25-BL						azul
159 667	PUN-8 x 1,25-SW						negro
152 588	PUN-10 x 1,5	10,0	7,0		54,0	0,049	Plateado
159 668	PUN-10 x 1,5-BL						azul
159 669	PUN-10 x 1,5-SW						negro
152 589	PUN-12 x 2	12,0	8,0		62,0	0,077	Plateado
159 670	PUN-12 x 2-BL						azul
159 671	PUN-12 x 2-SW						negro
152 590	PUN-16 x 2,5	16,0	11,0		88,0	0,129	Plateado
159 672	PUN-16 x 2,5-BL						azul
159 673	PUN-16 x 2,5-SW						negro

Presión de trabajo máxima del tubo PUN, en función de la temperatura.

Temperatura	PUN-3 x 0,5	PUN-4 x 0,75	PUN-6 x 1	PUN-8 x 1,25	PUN-10 x 1,5	PUN-12 x 2	PUN-16 x 2,5
-35 hasta +30 °C	10 bar	10 bar	10 bar	10 bar	10 bar	10 bar	10 bar
+30 hasta +40 °C	9 bar	9 bar	9 bar	9 bar	9 bar	9 bar	9 bar
+40 hasta +60 °C	7 bar	7 bar	7 bar	7 bar	7 bar	7 bar	7 bar

Lubricador Tipo LOE-...-S-B

Puede efectuarse el relleno de aceite durante el funcionamiento, aunque este bajo presión.



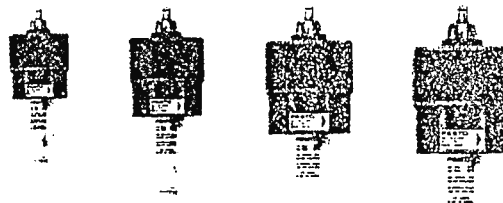
Accesorios:

Funda metálica de protección tipo FRS
Escuadra de fijación tipo HR.

El lubricador proporcional una niebla de aceite dosificable al aire, previamente purificado.

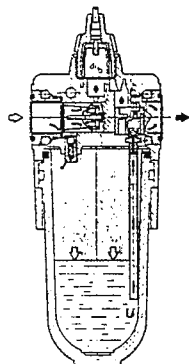
La caída de presión que se produce al pasar el aire por una tobera Venturi sirve para elevar el aceite desde el depósito hasta la campana de goteo, y desde allí fluye al aire donde se nebuliza.

La válvula se encarga de que la niebla de aceite sea proporcional al caudal.



Nota:

Para evitar daños mecánicos al vaso del filtro, que se halla bajo presión, se recomienda por motivos de seguridad la utilización de la cubierta de protección metálica tipo FRS.



Regulación de goteo

El caudal de goteo se regula con el tornillo de ajuste. En la práctica se precisan de 1 hasta 12 gotas por cada 1000 l de aire comprimido.

Ejemplo: Una instalación consume por término medio 100 l/min. Si se dosifican 5 gotas de aceite cada 1000 l, supone que el ajuste ha de ser 1 gota cada 2 minutos.

Si se utilizan con aire comprimido lubricado, emplear las siguientes clases de aceite:

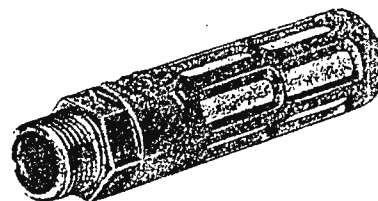
Tipo de aceite adecuado	Viscosidad
Festo OFSW-32	32 mm ² /s (=cST) a 40 °C Ecuivalente a la clase ISO VG32 según ISO 3448
Aral Vitam GF 32	
Esso Nuto H 32	
Mobil DTE 24	
BP Energol HLP 32	

Aceite especial Festo en botella de litro: Referencia 152311 OFSW-32.

Referencia	Lubricadores	30969 LOE-1/3-S-B	30970 LOE-1/4-S-B	30971 LOE-1/2-S-B	30972 LOE-1 1/2-S-B
Nº Articulo/Tipo	Funda metálica de protección	11925 FRS-1/3-S	10635 FRS-1/4-S-B	14801 FRS-1/2-S-B	8843 FRS-1 1/2-S-B
Fluido	Aire comprimido filtrado				
Función	Lubricación proporcional				
Fijación	Orificios en el cuerpo o por escuadra de fijación				
Posición de montaje	Vertical ±5°				
Conexiones		G 1/3	G 1/4	G 1/2	G 1 1/2
Caudal nominal*		690 l/min	1560 l/min	2500 l/min	4200 l/min
Presión de trabajo máxima		14 bar			
Funcionamiento del lubricador		2,4 l/min	a partir de 7,5 l/min	16 l/min	a partir de 22 l/min
Cantidad de aceite	min.	1 cm ³	20 cm ³	2,5 cm ³	15 cm ³
	máx.	18 cm ³	75 cm ³	90 cm ³	185 cm ³
Temperaturas de funcionamiento	de -10 hasta +60 °C				
Material	Cuerpo: Poliamida reforzada con fibra de vidrio; Deposito: Poliamida especial; Juntas: Perbunan				
Peso		0,130 kg	0,275 kg	0,350 kg	0,570 kg

* Con 6 bar en la entrada y Δp = 1 bar

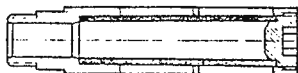
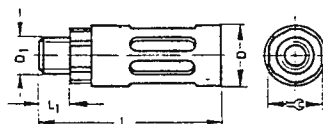
Silenciadores (Aluminio inyectado)
Tipo U-...-B



Silenciadores adecuados para reducir el ruido de escape en las válvulas, así como para impedir la entrada de suciedad cuando no hay salida de aire. Estos esbeltos y robustos elementos de fundición inyectada son adecuados para montajes en condiciones estrechas.

Se reduce el nivel acústico por debajo de un valor molesto, sin disminuir apreciablemente la velocidad en los cilindros.

Atención: La limpieza debe realizarse con petróleo, o agua jabonosa, pero no con disolventes.



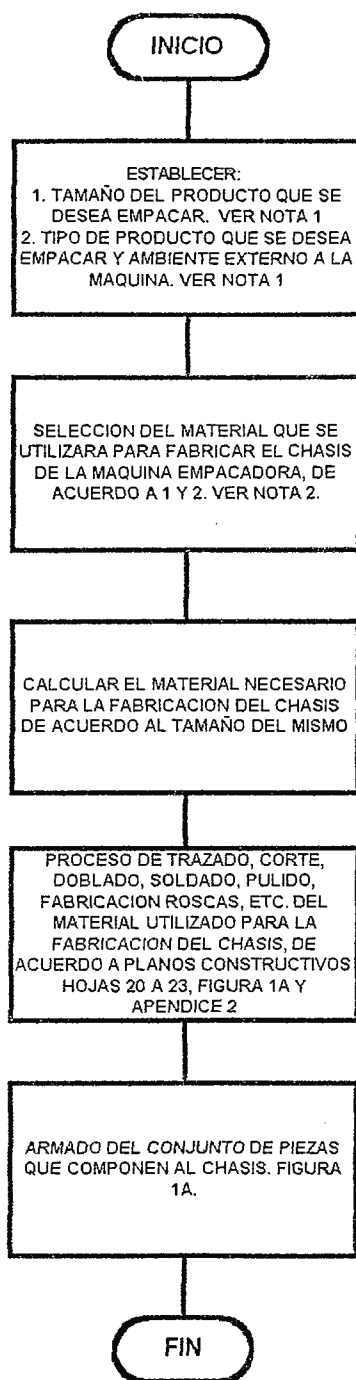
Tipo	D Ø	D ₁	L	L ₁	≈
U-1/8-B	16	G 1/8	40	7	14
U-1/4-B	19,5	G 1/4	58	10	17
U-3/8-B	25	G 3/8	88	10	19
U-1/2-B	28	G 1/2	120	14	24
U-3/4-B	38	G 3/4	142	16	32
U-1-B	47,8	G 1	179,4	15	36

Presión de funcionamiento			0 hasta 10 bar					
Temperatura de funcionamiento			de -10 hasta +70 °C					
Referencia		Conexión	Nivel de ruido a 6 bar salida a la atmósfera* dB (A)	Diámetro de salida mm	Caudal nominal** l/min	Peso kg	Material	
Nº Artículo	Tipo							
6841	U-1/8-B	G 1/8	78	5,3	1450	0,008	Cuerpo: Aluminio inyectado Cartucho: Material sintético	
6842	U-1/4-B	G 1/4	78	7,5	2600	0,017		
6843	U-3/8-B	G 3/8	83	9	5050	0,035		
6844	U-1/2-B	G 1/2	83	14	6000	0,075		
6845	U-3/4-B	G 3/4	80	17	11000	0,120		
151990	U-1-B	G 1	82	23,5	17300	0,236		

* medido a 1 m de distancia

** con entrada a 6 bar, salida a la atmósfera

**ANEXO 4. FLUJOGRAMA PARA PROCESO DE DISEÑO Y FABRICACION
DEL CHASIS DE UNA MAQUINA EMPACADORA DE LIQUIDOS.**

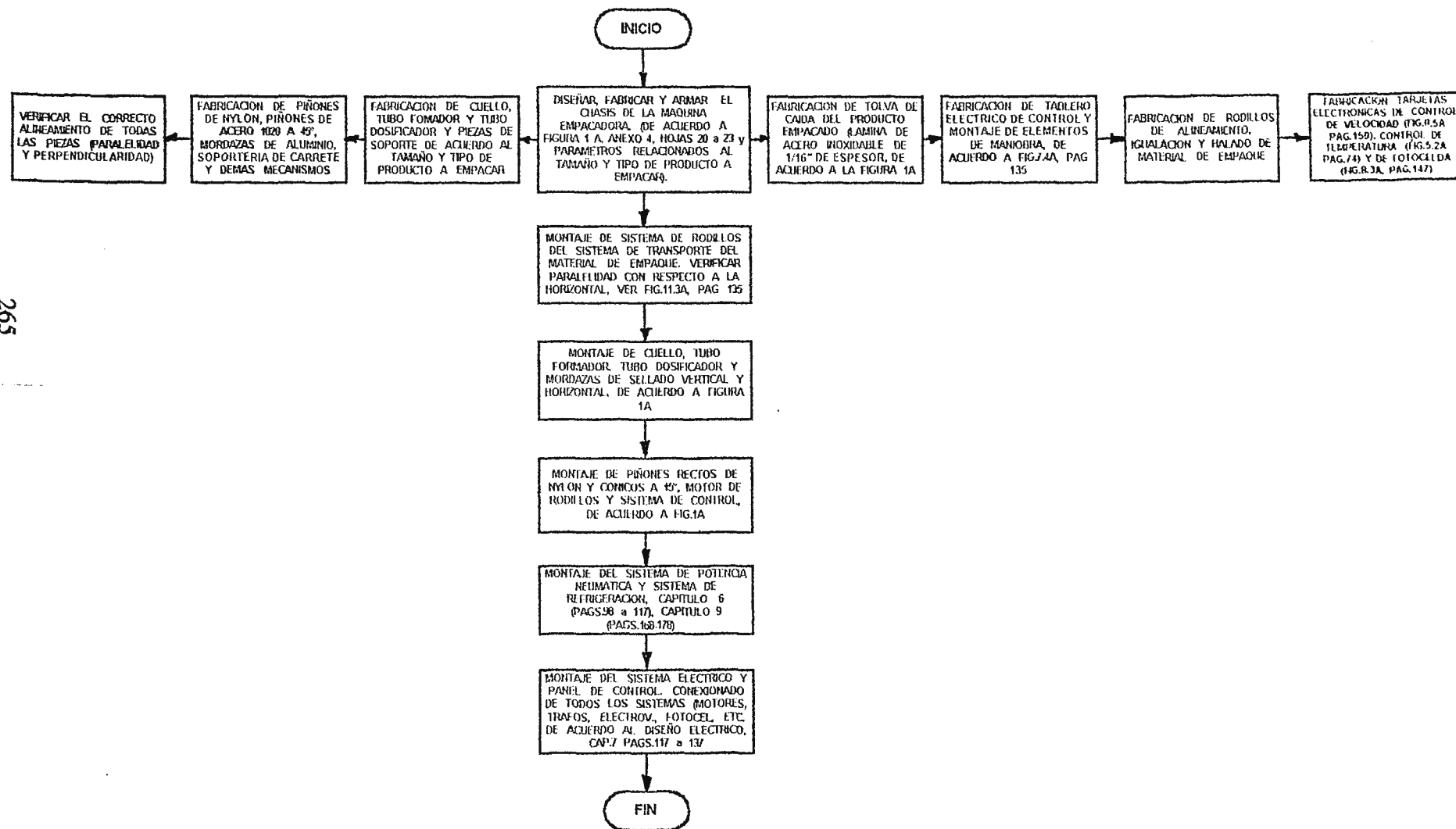


NOTAS:

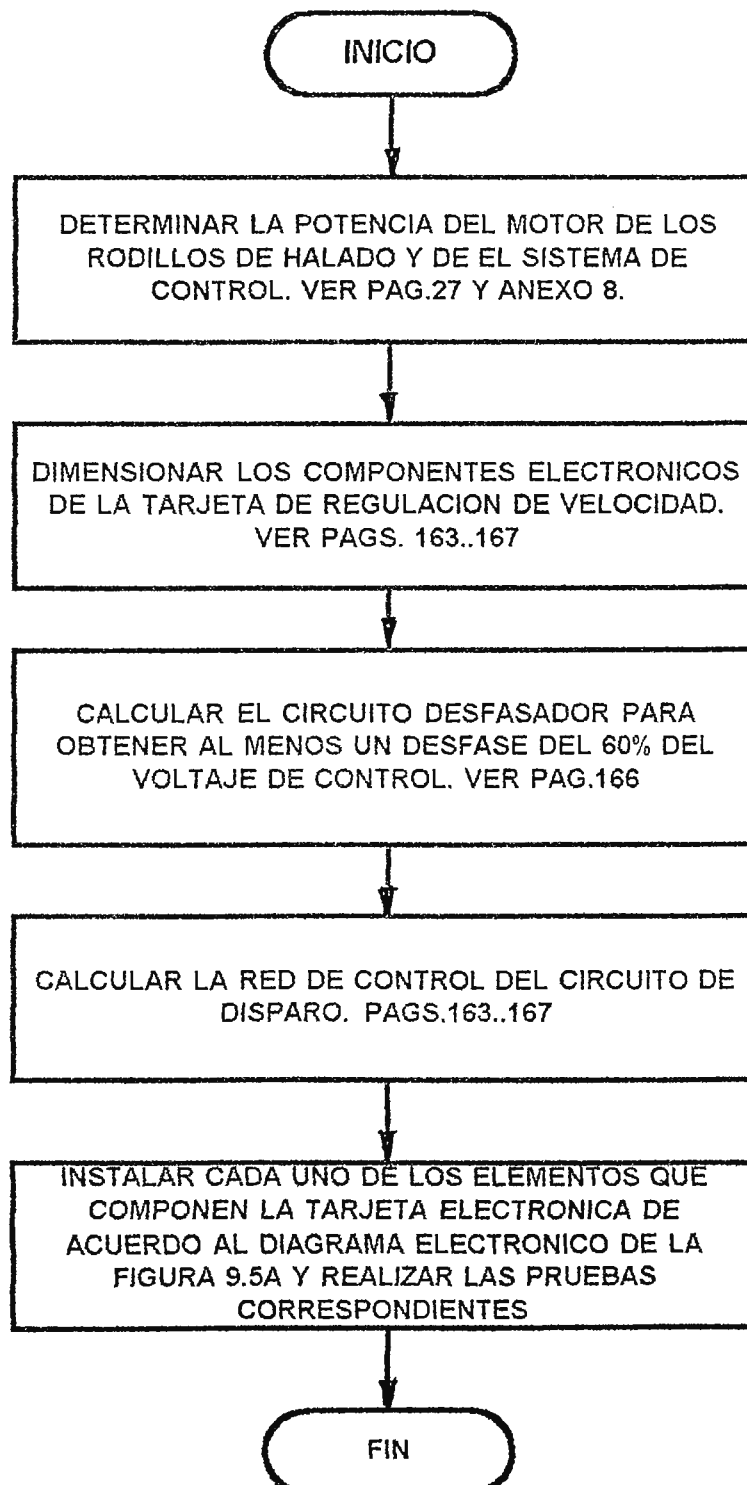
NOTA 1. Generalmente el tamaño del producto que se desea empacar determina el ancho del chasis de la máquina empacadora, así como también sirve para el dimensionamiento del sistema de halado y formado del material de empaque. El espesor de la lámina que se utiliza debe ser tal que no ceda ante cualquier sobreesfuerzo interno o externo, generalmente se utiliza lámina de 1/4" de espesor.

NOTA 2. El ambiente al que estará expuesto la máquina determinará la elección del material del que se construirá el chasis. Así por ejemplo para zonas con ambientes corrosivos o húmedos, se utiliza de preferencia el acero inoxidable AISI 304 y 308, o lámina de hierro negro con tratamiento de superficie con pintura epóxica.

ANEXO 4. FLUJOGRAMA PARA PROCESO DE ENSAMBLE DE TODOS LOS ELEMENTOS Y SISTEMAS QUE COMPONEN UNA MAQUINA EMPACADORA DE LIQUIDOS.



ANEXO 4. DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL DISEÑO Y CALCULO DEL CONTROLADOR ELECTRONICO DE VELOCIDAD PARA MOTORES DC



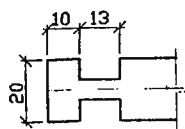
ANEXO 5

PLANOS

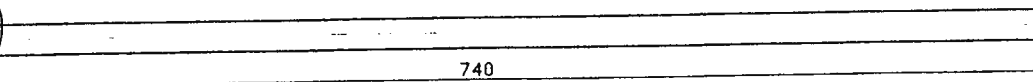
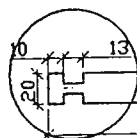
CONSTRUCTIVOS DE

MAQUINA EMPACADORA

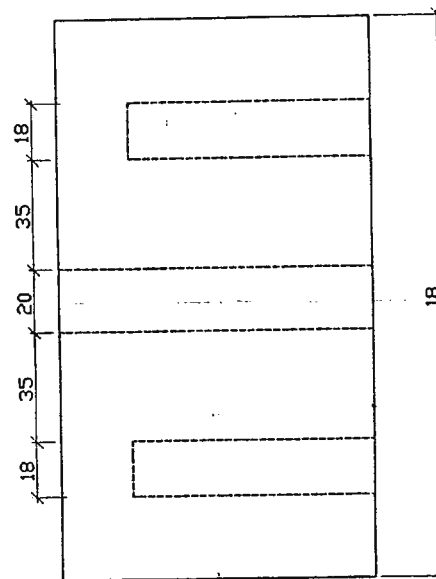
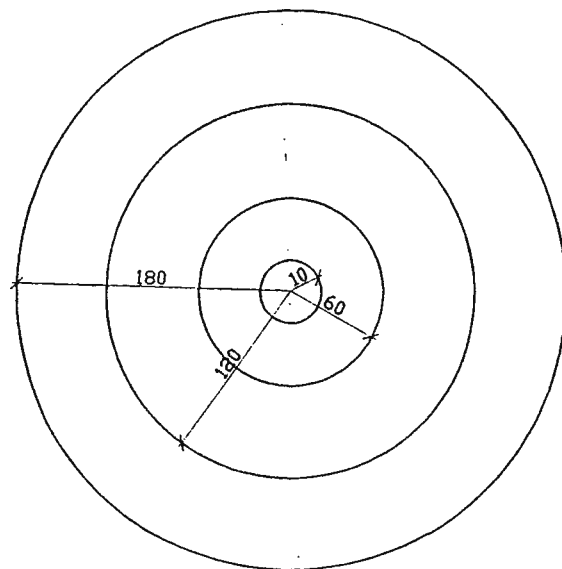
DE LIQUIDOS



DETALLE



PORTA BOBINA



UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE ING. ELECTRICA

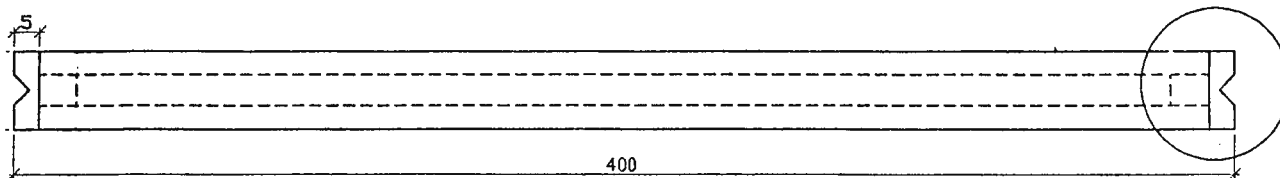
CONTENIDO: EJE PORTA BOBINA Y TAMBOR DE
ALUMINIO DEL SISTEMA DOSIFICADOR DEL MATERIAL
DE EMPAQUE

PRESENTA: Juan N. Sánchez Soriano

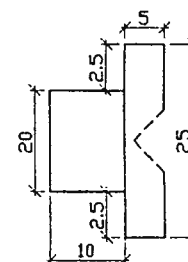
ESCALA: mm

FECHA: AGO/1997

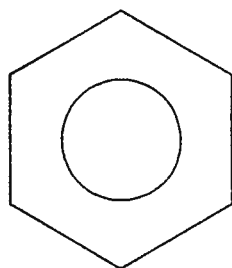
HOJA No. 1



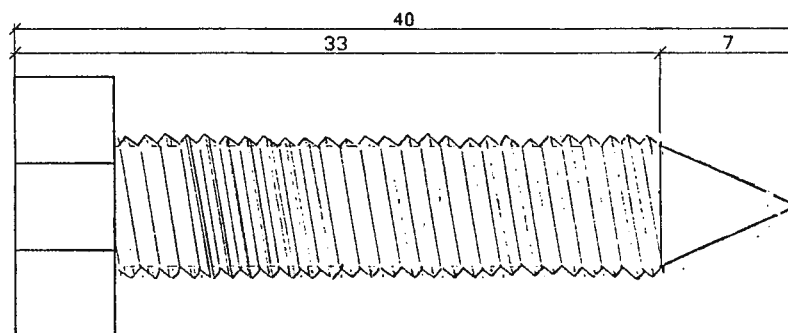
RODILLO DE ALUMINIO



DETALLE



TUERCA HEXAGONAL
GALVANIZADA



PERNO DE SOSTEN Y
REGULACION

UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE ING. ELECTRICA

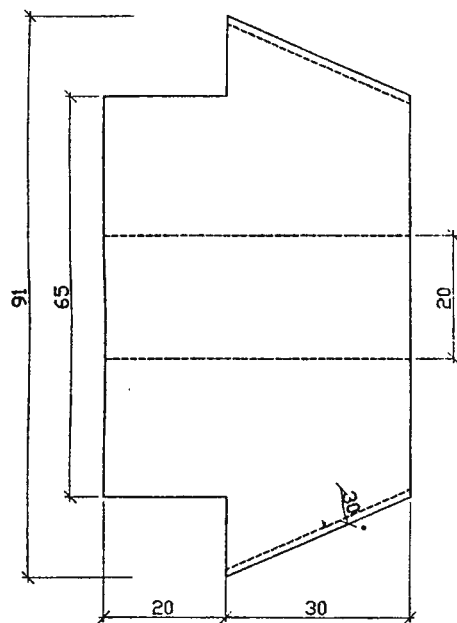
CONTENIDO: RODILLO DE ALUMINIO, PERNO DE
SOSTEN Y TUERCA DE REGULACION DEL SISTEMA DE
TRANSPORTE DEL MATERIAL DE EMPAQUE DE MEL

PRESENTA: Juan N. Sánchez Soriano

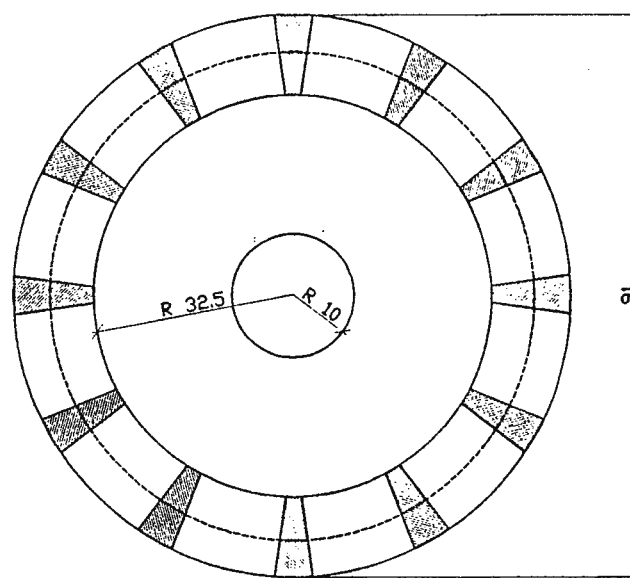
ESCALA: mm

FECHA: AGO/1997

HOJA No. 2



VISTA LATERAL



VISTA FRONTAL

UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE ING. ELECTRICA

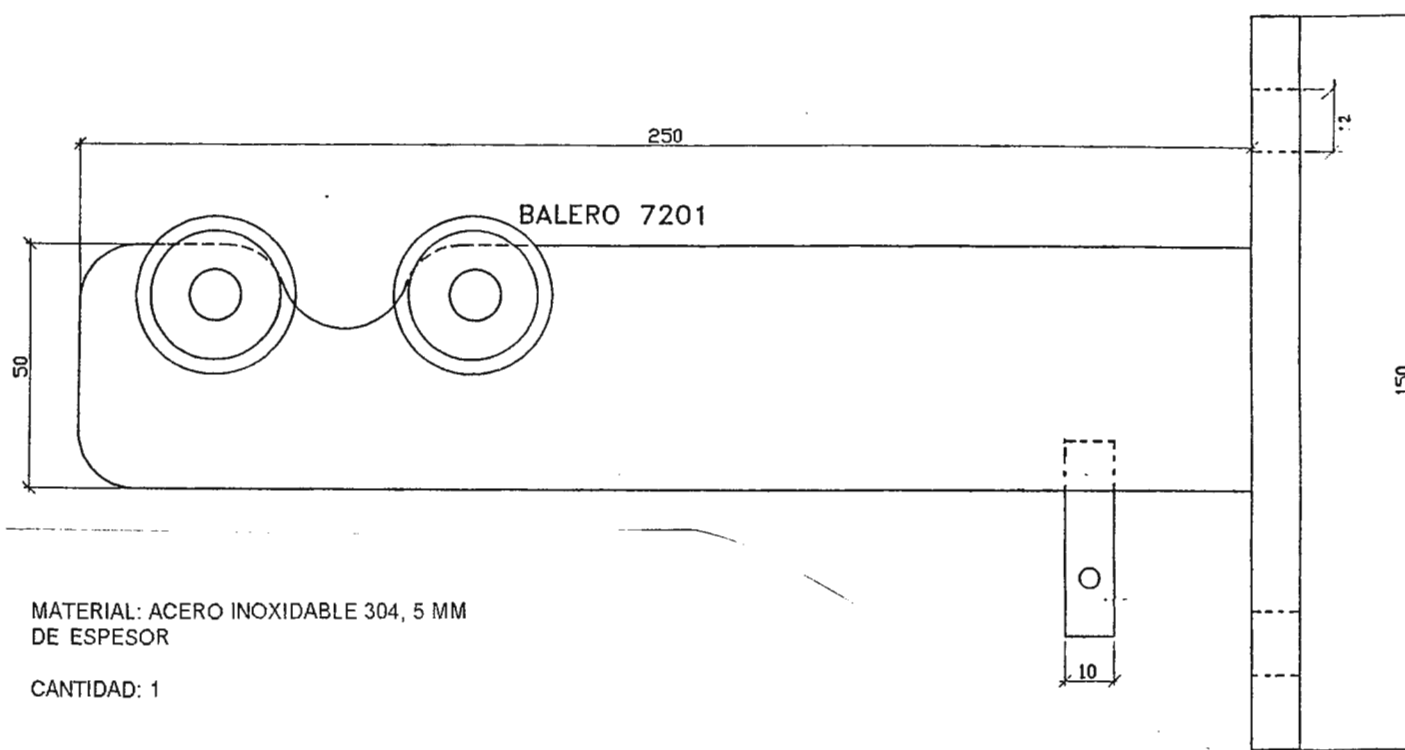
CONTENIDO: CONO DE ALUMINIO DE SEGURIDAD
PARA BOBINA DE MATERIAL DE EMPAQUE DE MEL

PRESENTA: Juan N. Sánchez Soriano

ESCALA: mm

FECHA: AGO/1997

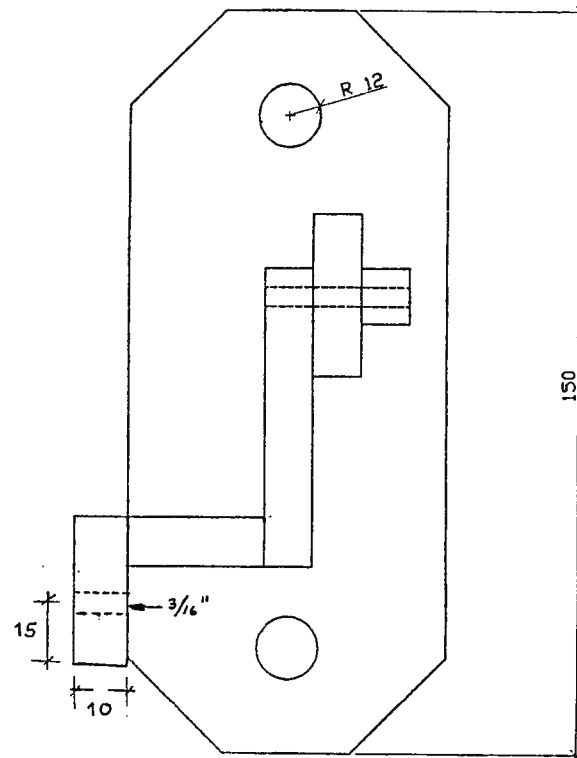
HOJA No. 3



UNIVERSIDAD DON BOSCO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE ING. ELECTRICA	CONTENIDO: BRAZO DE SOPORTE DERECHO DEL SISTEMA PORTABOBINA	ESCALA: mm
		FECHA: AGO/1997
	PRESENTA: Juan N. Sánchez Soriano	HOJA No. 4

MATERIAL: ACERO INOXIDABLE 304, 5 MM
DE ESPESOR

CANTIDAD: 1



UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE ING. ELECTRICA

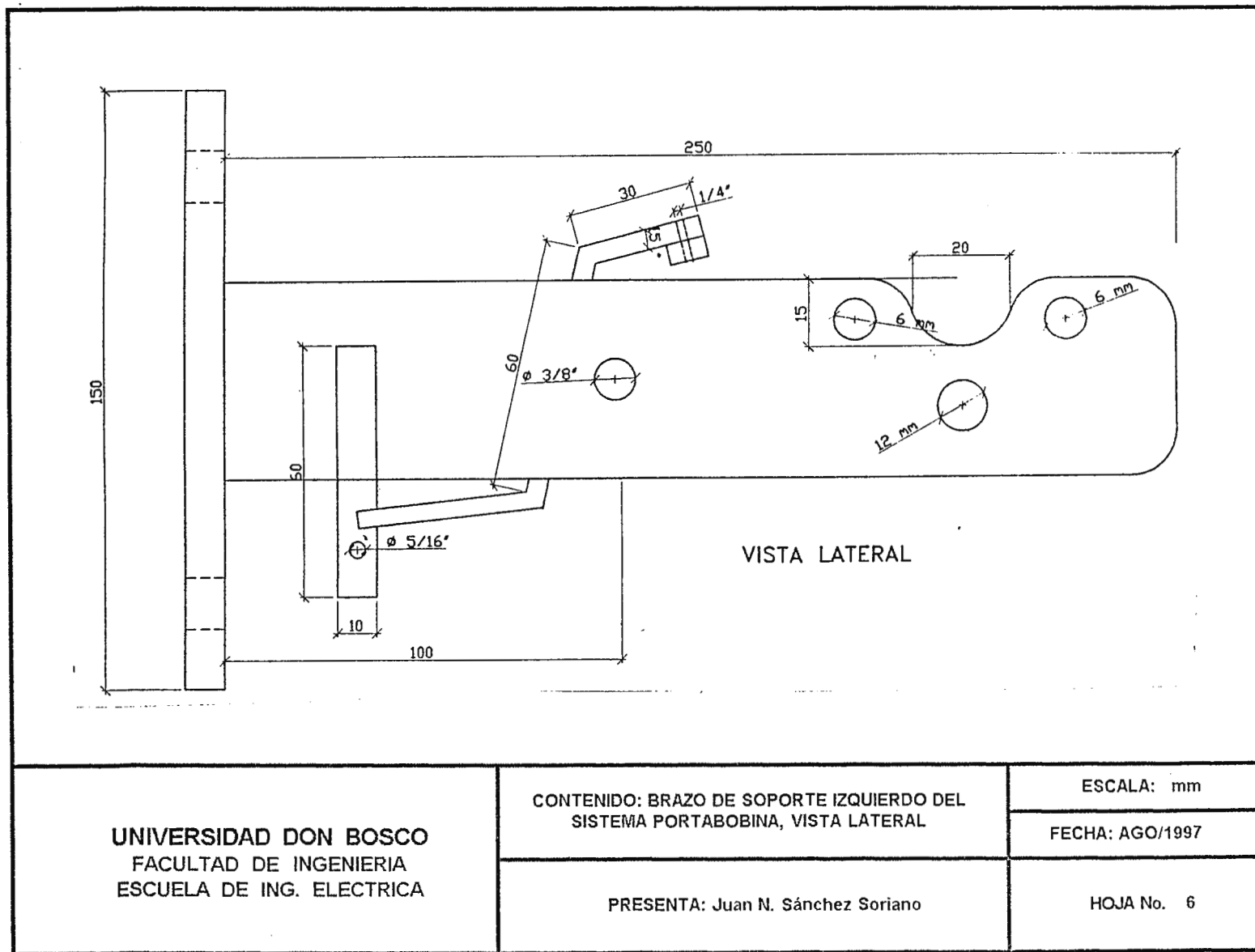
CONTENIDO: BRAZO DE SOPORTE DERECHO DEL
SISTEMA PORTABOBINA, VISTA FRONTAL

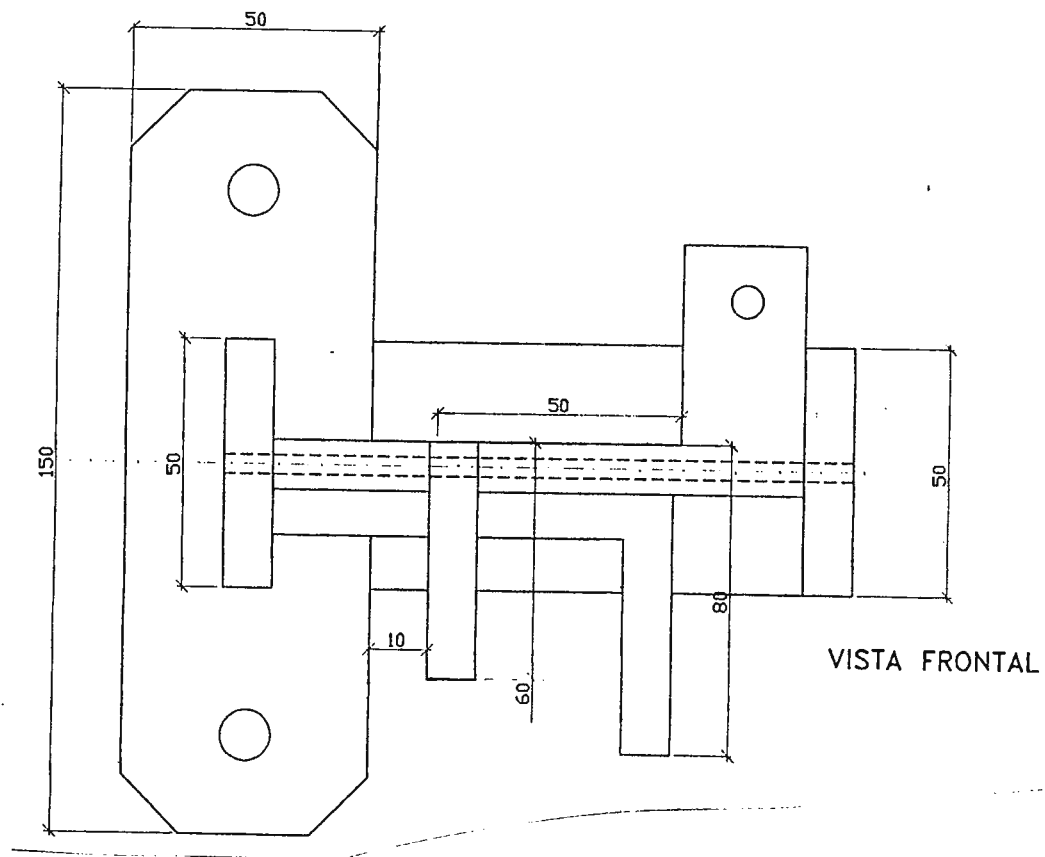
PRESENTA: Juan N. Sánchez Soriano

ESCALA: mm

FECHA: AGO/1997

HOJA No. 5





UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE ING. ELECTRICA

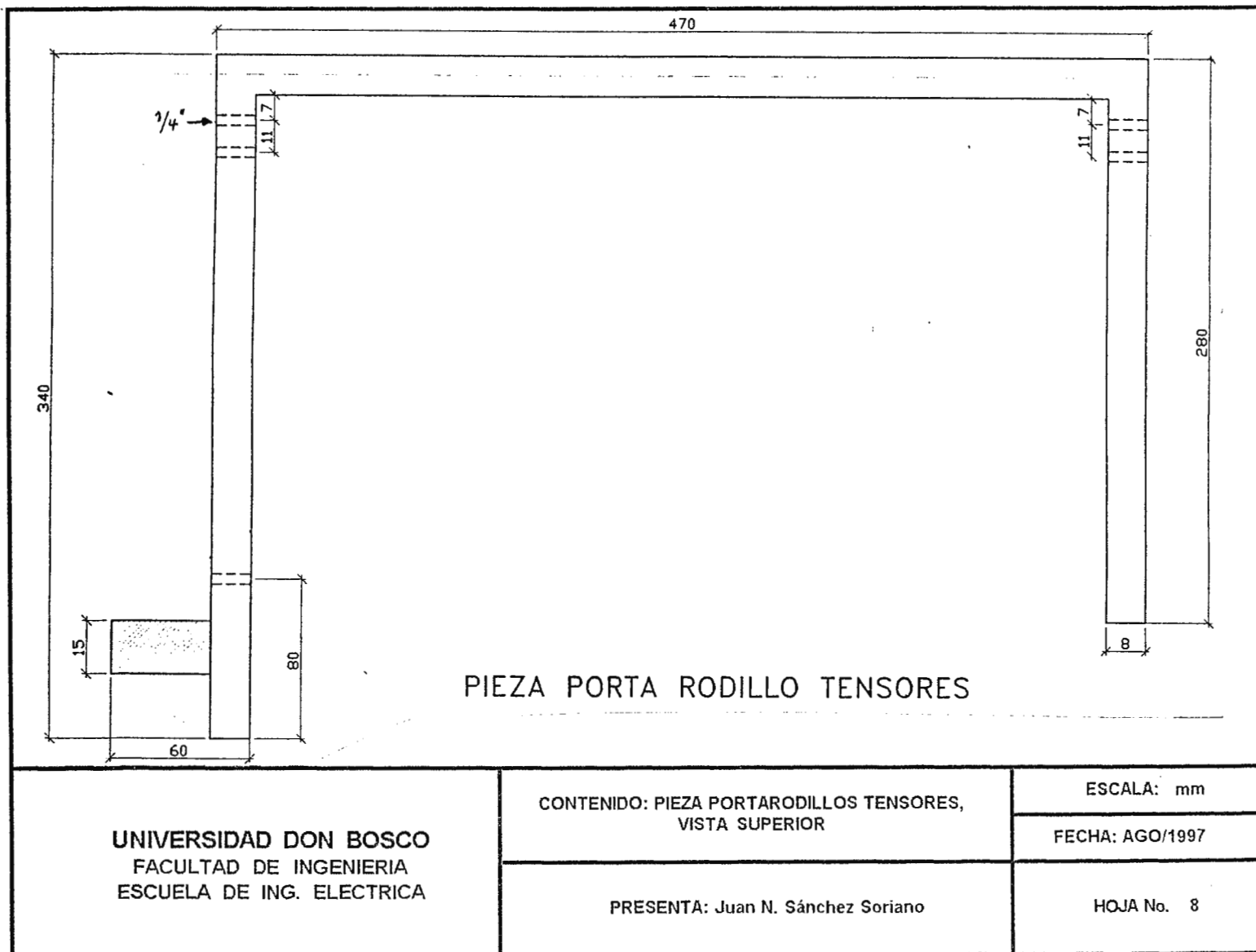
CONTENIDO: BRAZO DE SOPORTE IZQUIERDO DEL
SISTEMA PORTABOBINA, VISTA FRONTAL

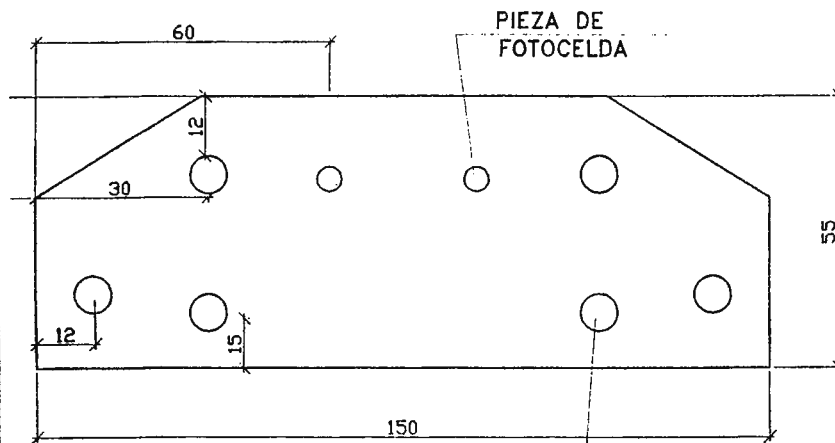
PRESENTA: Juan N. Sánchez Soriano

ESCALA: mm

FECHA: AGO/1997

HOJA No. 7



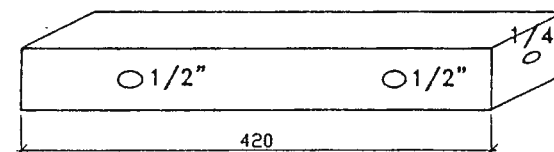


MATERIAL : AL
CANTIDAD : 2

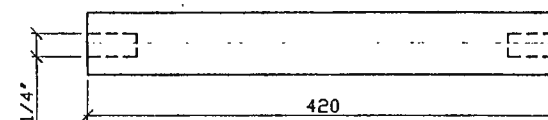
RODILLO CON SOPORTE
FIJO DE 12 mm.

DESCRIPCION:

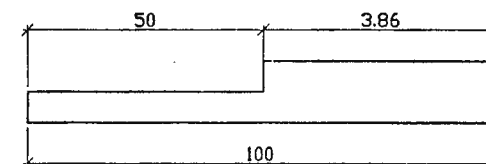
2 RODILLOS FIJADORES CROMADOS
2 PLACAS DE AL Y 2 RODILLOS
1 PIEZA PARA FOTOCELDA
4 BALEROS Y 4 PERNOS PARA RODILLOS
1 PIN PARA PIEZA DE OJO ELECTRONICO.



PIEZA PORTA OJO ELECTRONICO



RODILLO FIJADOR CROMADO



MATERIAL : FE
CANTIDAD : 2

SOPORTE

UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE ING. ELECTRICA

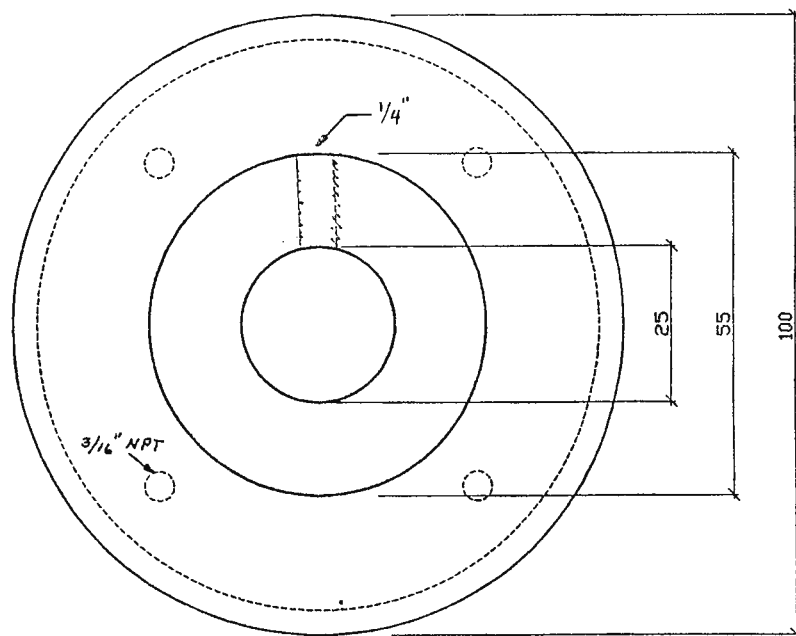
CONTENIDO: PIEZAS QUE COMPONEN EL SISTEMA DE
MOVIL DE REGULACION DE FOTOCELDA Y RODILLOS

PRESENTA: Juan N. Sánchez Soriano

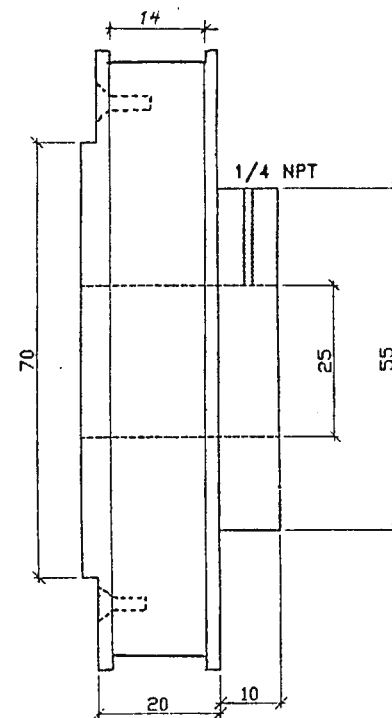
ESCALA: mm

FECHA: AGO/1997

HOJA No. 9



VISTA DE FRENTE



VISTA LATERAL

MATERIAL INOX 304
CANTIDAD : 4

UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE ING. ELECTRICA

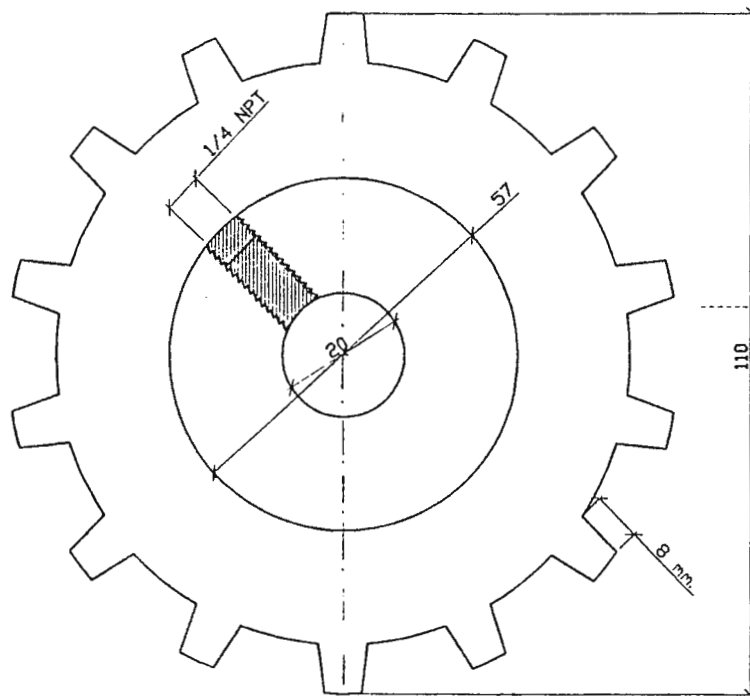
CONTENIDO:
RODILLOS DE HALADO DEL MATERIAL DE
EMPAQUE

PRESENTA: Juan N. Sánchez Soriano

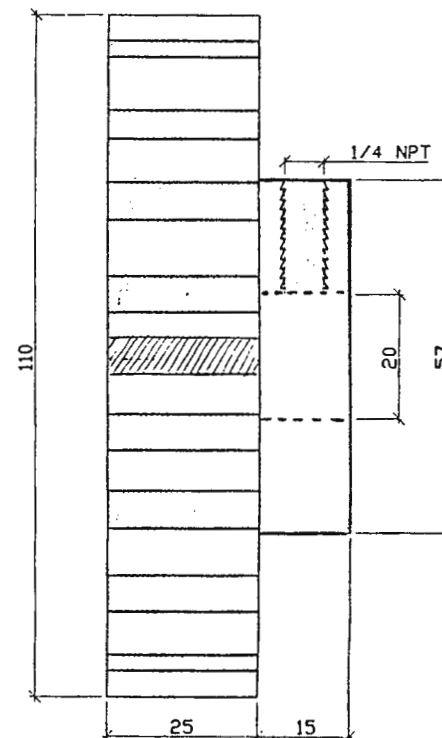
ESCALA: mm

FECHA: AGO/1997

HOJA No. 10



MATERIAL : NYLON N=32
 CANTIDAD : 2
 PIÑON RECTO
 MODULO 5



UNIVERSIDAD DON BOSCO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE ING. ELECTRICA

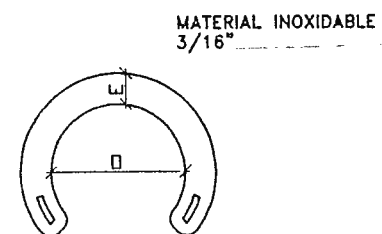
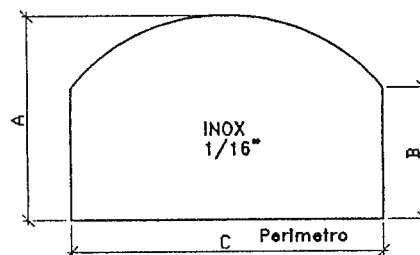
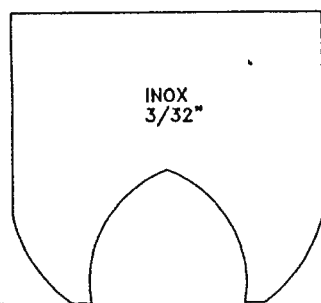
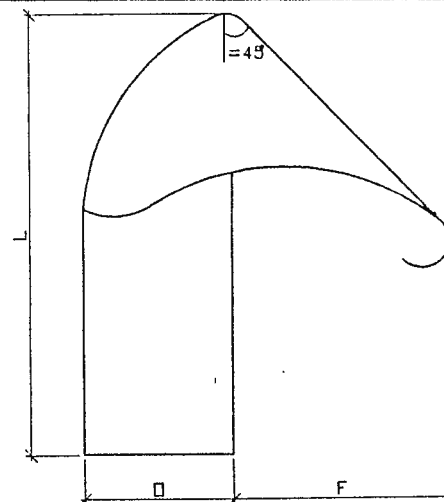
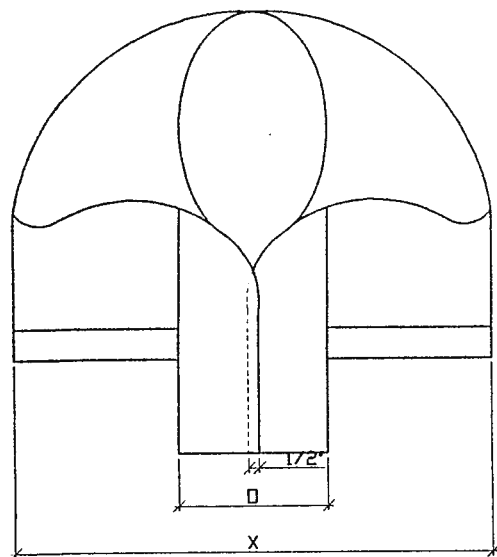
CONTENIDO:
 PIÑON PARA EJES DE LOS RODILLOS DE
 HALADO DEL MATERIAL DE EMPAQUE

PRESENTA: Juan N. Sánchez Soriano

ESCALA: mm

FECHA: AGO/1997

HOJA No. 11



UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE ING. ELECTRICA

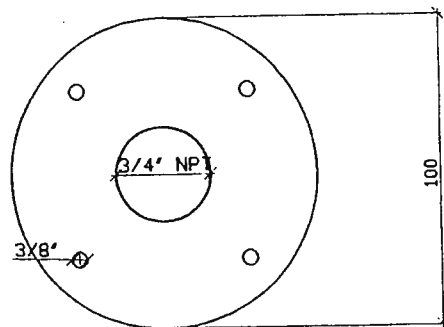
CONTENIDO:
CUELLO FORMADOR

PRESENTA: Juan N. Sánchez Soriano

ESCALA: mm

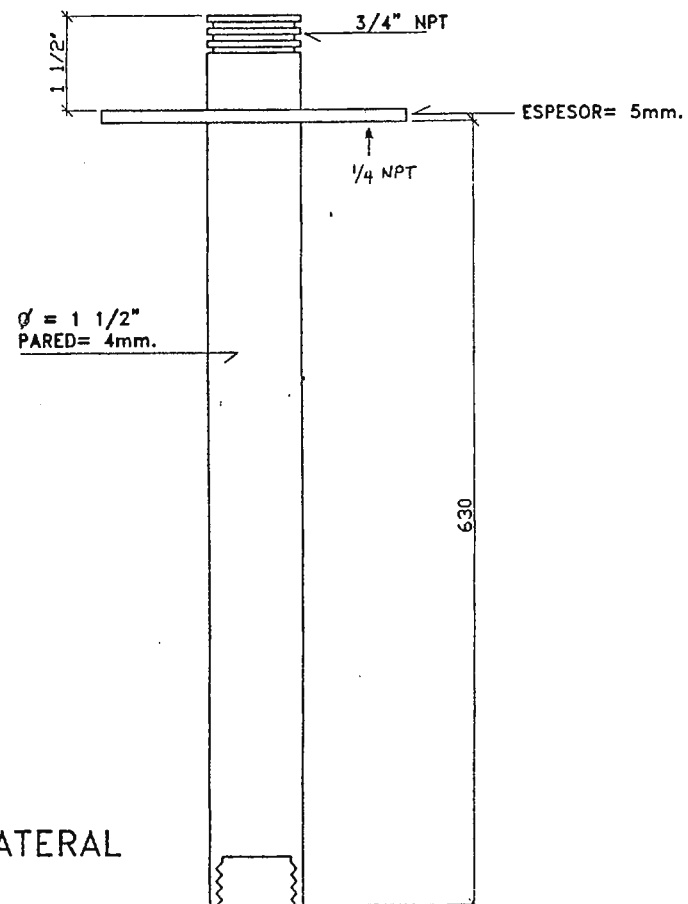
FECHA: AGO/1997

HOJA No. 12



VISTA SUPERIOR

MATERIAL: ACERO INOXIDABLE
CANTIDAD: 1



VISTA LATERAL

UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE ING. ELECTRICA

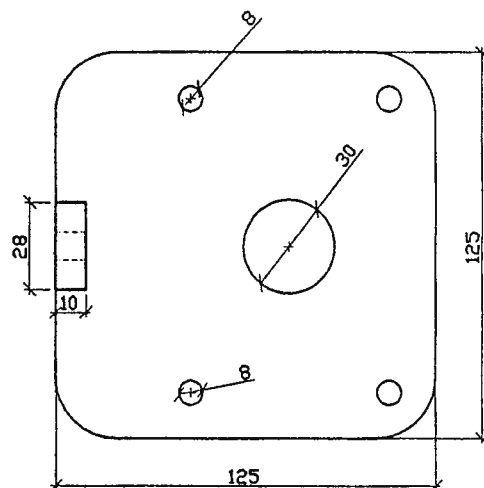
CONTENIDO:
TUBO DOSIFICADOR

PRESENTA: Juan N. Sánchez Soriano

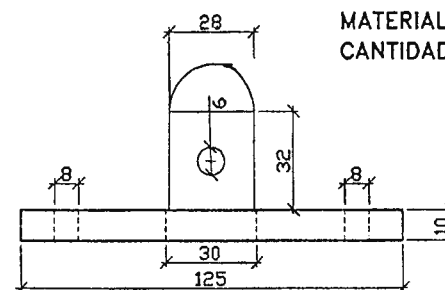
ESCALA: mm

FECHA: AGO/1997

HOJA No. 13

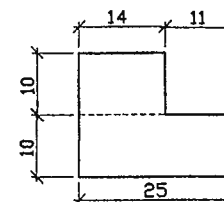
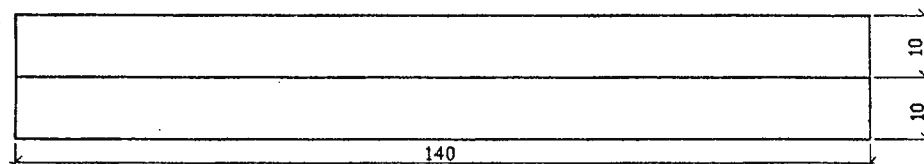


PLANTA



MATERIAL : HIERRO NEGRO
CANTIDAD : 2

ELEVACION FRONTAL



MATERIAL : HIERRO NEGRO
CANTIDAD : 4

CORREDERA PARA CHUMACERA MOVIL

UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE ING. ELECTRICA

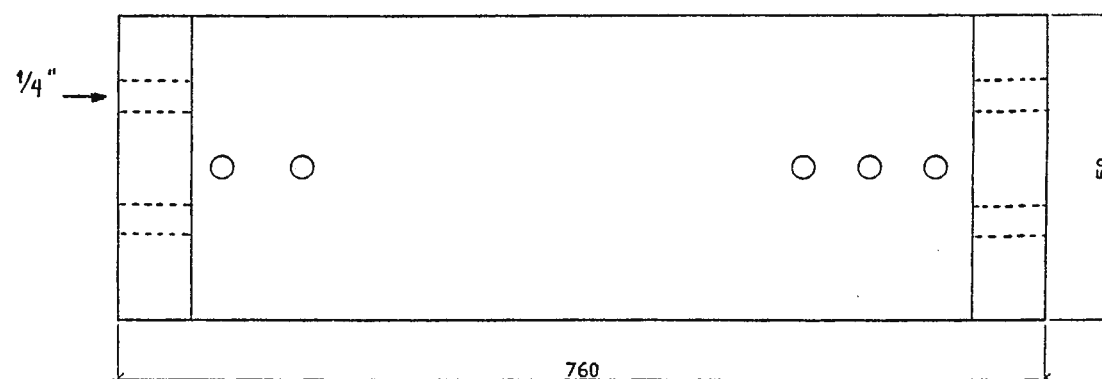
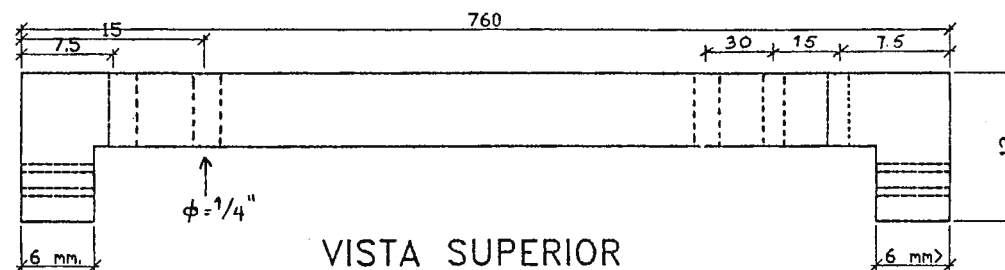
CONTENIDO:
CHUMACERA DE PARCHES Y
CORREDERA PARA LA MISMA

PRESENTA: Juan N. Sánchez Soriano

ESCALA: mm

FECHA: AGO/1997

HOJA No. 14



MATERIAL : Fe PINTADO AL HORNO
CANTIDAD : 2

UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE ING. ELECTRICA

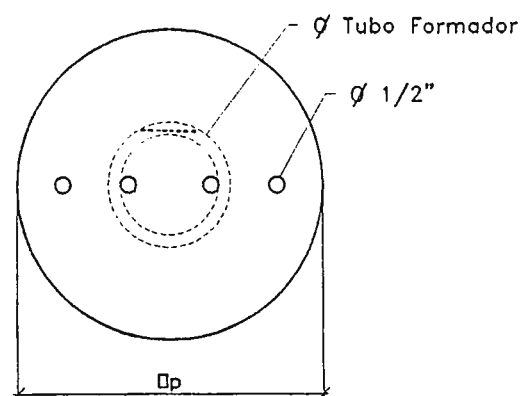
CONTENIDO:
PLATINA PORTA RODILLOS DE HALADO
Y ALINEACION

PRESENTA: Juan N. Sánchez Soriano

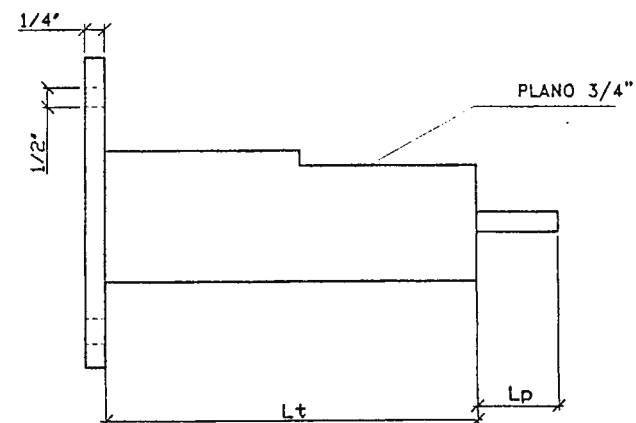
ESCALA: mm

FECHA: AGO/1997

HOJA No. 15



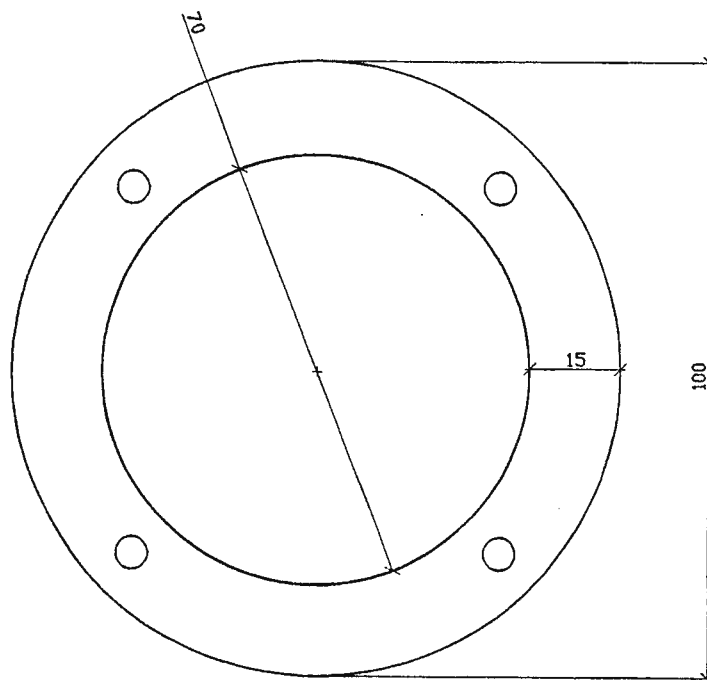
VISTA SUPERIOR



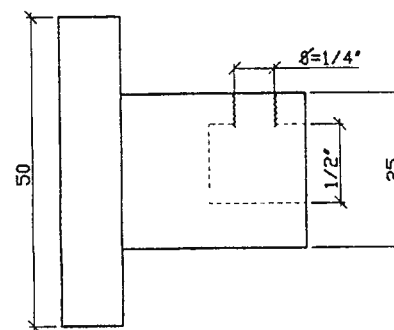
VISTA LATERAL

MATERIAL: ACERO INOXIDABLE
CANTIDAD: 1

UNIVERSIDAD DON BOSCO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE ING. ELECTRICA	CONTENIDO: TUBO FORMADOR	ESCALA: mm
	PRESENTA: Juan N. Sánchez Soriano	FECHA: AGO/1997
		HOJA No. 16



MATERIAL : INOX 304
CANTIDAD : 4



MATERIAL : Fe CROMADO

PERILLA DE CONTROL

UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE ING. ELECTRICA

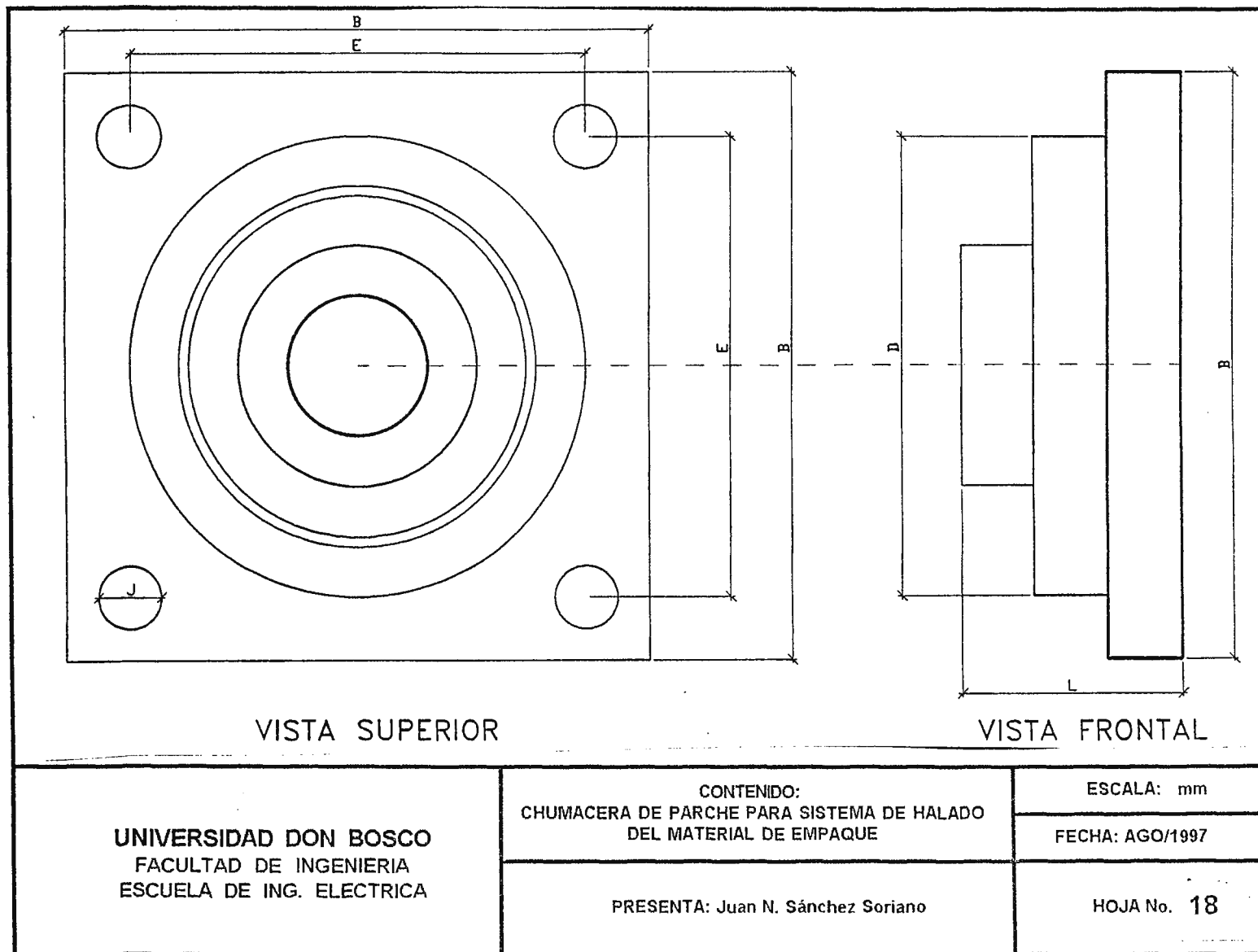
CONTENIDO:
ARO DE SEGURIDAD LATERAL PARA RODILLOS DE
HALADO DEL MATERIAL DE EMPAQUE Y PERILLA DE
REGULACION MECANICA

PRESENTA: Juan N. Sánchez Soriano

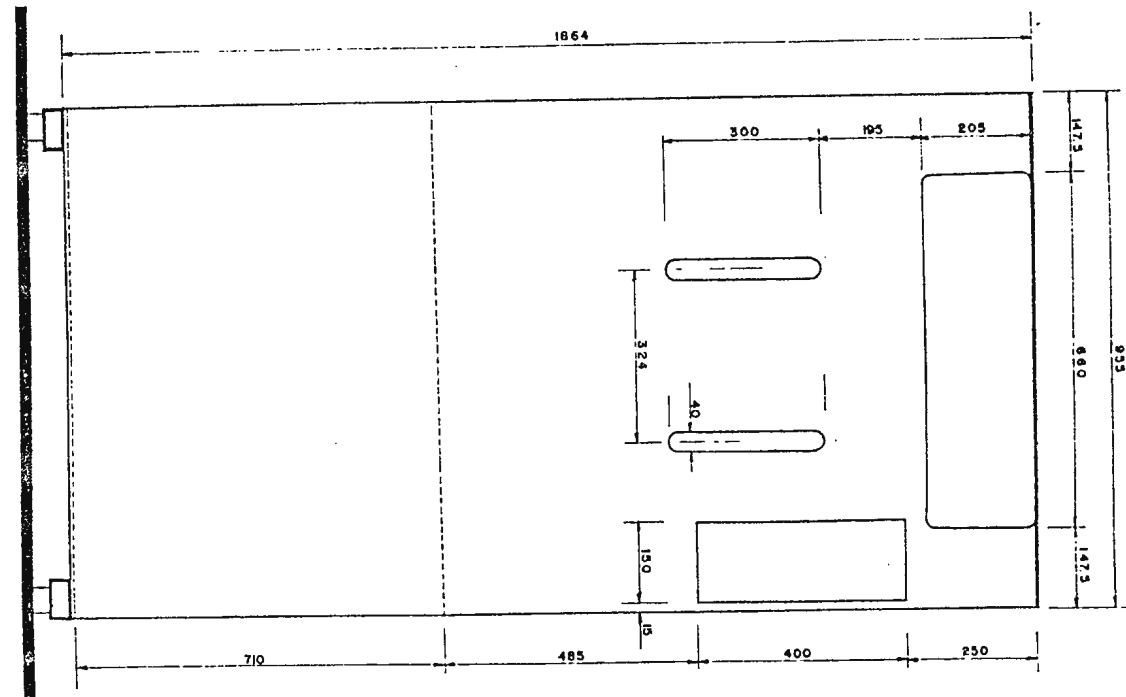
ESCALA: mm

FECHA: AGO/1997

HOJA No. 17



ELEVACION FRONTAL



UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE ING. ELECTRICA

CONTENIDO:
CHASIS DE MAQUINA EMPACADORA DE LIQUIDOS

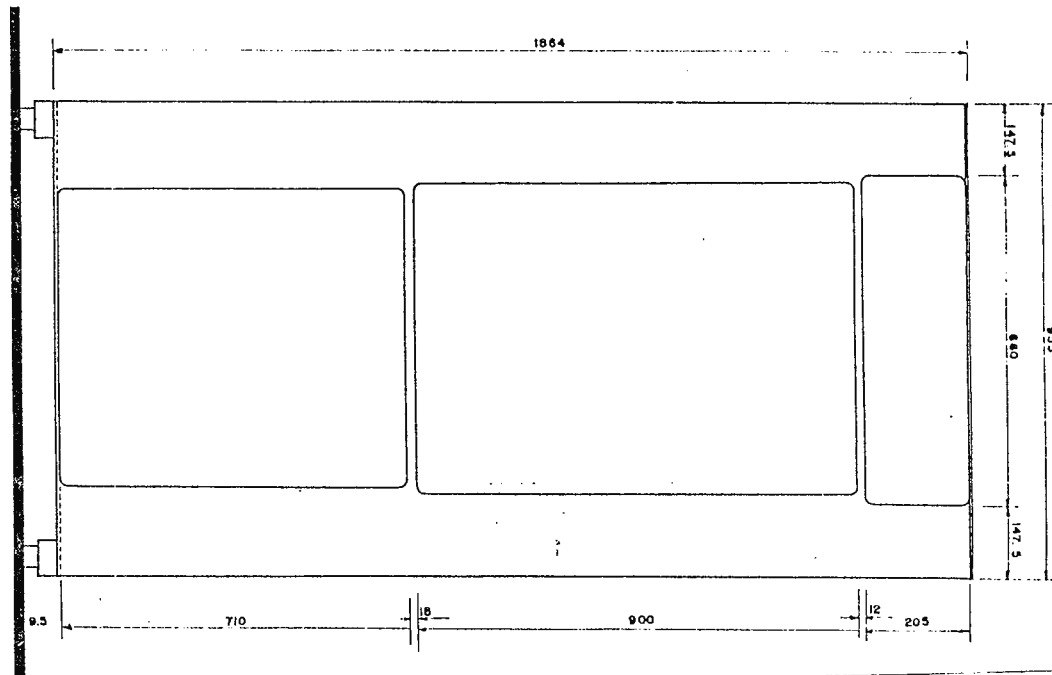
PRESENTA: Juan N. Sánchez Soriano

COTAS: mm

FECHA: AGO/1997

HOJA No. 19

ELEVACION POSTERIOR



UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE ING. ELECTRICA

CONTENIDO:
CHASIS DE MAQUINA EMPACADORA DE LIQUIDOS

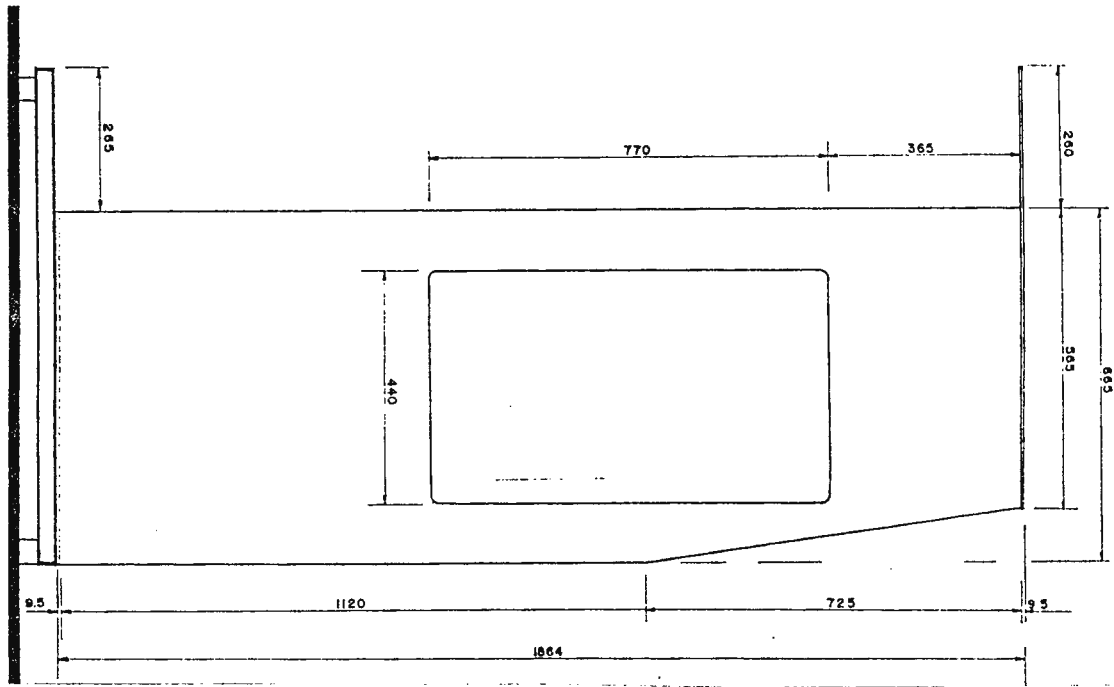
PRESENTA: Juan N. Sánchez Soriano

COTAS: mm

FECHA: AGO/1997

HOJA No. 20

ELEVACION LATERAL DERECHA



UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE ING. ELECTRICA

CONTENIDO:
CHASIS DE MAQUINA EMPACADORA DE LIQUIDOS

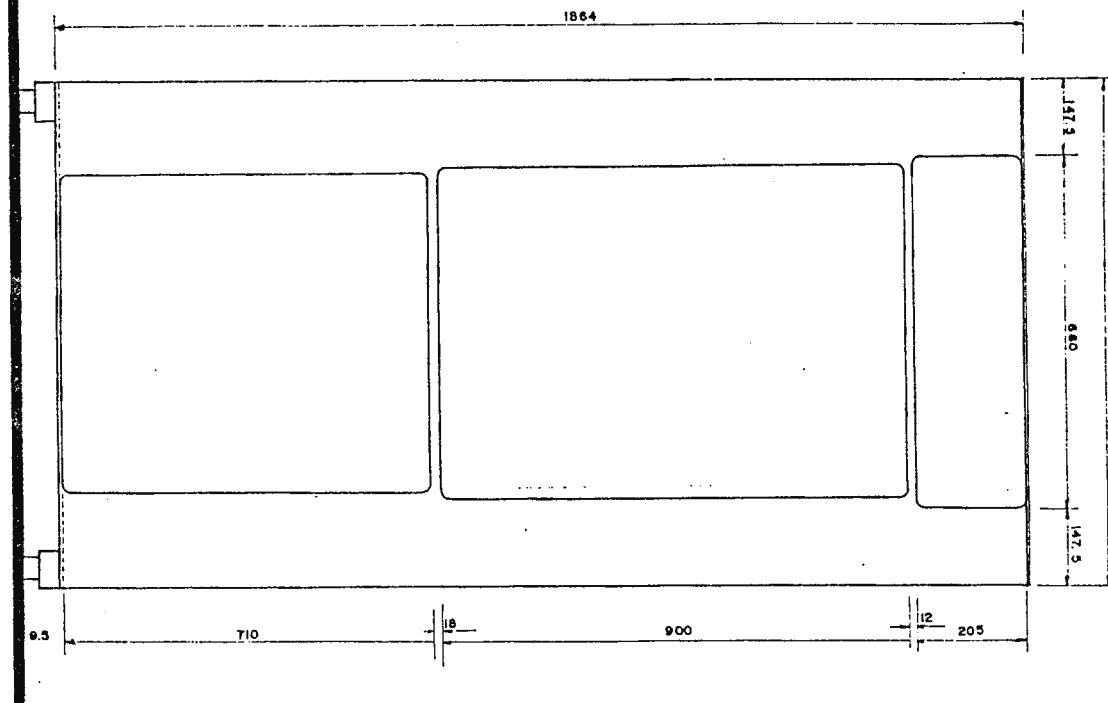
PRESENTA: Juan N. Sánchez Soriano

COTAS: mm

FECHA: AGO/1997

HOJA No. 21

ELEVACION POSTERIOR



UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE ING. ELECTRICA

CONTENIDO:
CHASIS DE MAQUINA EMPACADORA DE LIQUIDOS

PRESENTA: Juan N. Sánchez Soriano

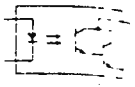
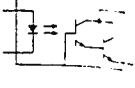
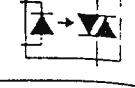
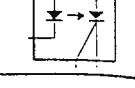
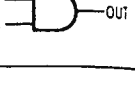
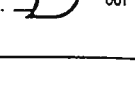
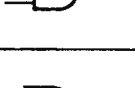
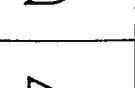
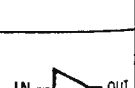
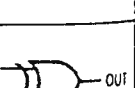
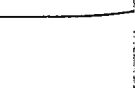
COTAS: mm

FECHA: AGO/1997

HOJA No. 22

ANEXO D. DISPOSITIVOS GENERALES PARA LA FABRICACION DE MELS

Symbols, Terms and Definitions

NPN Bipolar Transistor		P-Channel Enhancement Mode MOS FET Dual Gate		Silicon Unilateral Switch (SUS)		Optoisolator with Photo-Darlington Output, No Base	
PNP Bipolar Transistor		Silicon N-Type Unijunction Transistor (UJT)		Silicon Asymmetrical Switch (SAS)		Optoisolator with Photo-Darlington Output, and Base	
NPN Darlington Transistor		Silicon P-Type Unijunction Transistor (UJT)		PIN Diode		Optoisolator Triac Driver	
PNP Darlington Transistor		Programmable Unijunction Transistor (PUT)		Varactor		Optoisolator SCR Driver	
N-Channel J FET		Rectifier or Diode		Varistor		AND Gate	
P-Channel J FET		Full-Wave Bridge Rectifier		Metal Oxide Varistor (MOV)		OR Gate	
N-Channel Depletion Mode MOS FET Single Gate		Zener Diode		Light Emitting Diode (LED)		NAND Gate	
P-Channel Depletion Mode MOS FET Single Gate		SCR (Thyristor)		Photodiode		NOR Gate	
N-Channel Enhancement Mode MOS FET Single Gate		Triac (Thyristor)		NPN Phototransistor, No Base Connection		Inverting AMP	
P-Channel Enhancement Mode MOS FET Single Gate		Diac (Bilateral Trigger Diode)		NPN Phototransistor, with Base Connection		Non-Inverting AMP	
N-Channel Depletion Mode MOS FET Dual Gate		Silicon Controlled Switch (SCS) (Thyristor)		Optoisolator with Photodiode Output		Exclusive OR Gate	
P-Channel Depletion Mode MOS FET Dual Gate		Silicon Controlled Switch (Transistor) (SCS)		Optoisolator with Phototransistor Output, No Base Connection			
N-Channel Enhancement Mode MOS FET Dual Gate		Silicon Bilateral Switch (SBS)		Optoisolator with Phototransistor Output, and Base Connection			

Diodes, Rectifiers, Thyristors

C_t	— Total Capacitance - The Total Small-Signal Capacitance Between The Diode Terminals.
d_i/d_t	— Rate Of Change Of Current Versus Time.
d_v/d_t	— Rate Of Change Of Voltage Versus Time.
I_F	— Forward Junction Current - The Value Of DC Current That Flows Through A Semiconductor Diode Or Rectifier Diode In The Forward Direction.
I_{FRM}	— Peak Forward Current Repetitive Peak - The Peak Value Of The Forward Current Including All Repetitive Transient Currents.
I_{FSM}	— Forward Surge Peak DC Current - Maximum (Peak) Surge Forward Current Having A Specified Waveform And A Short Specified Time Interval.
$I_{GT\ Min}$	— Gate Trigger Current - Minimum Gate DC Current Required To Trigger The Device Under The Conditions Specified.
$I_{GO\ Max}$	— Peak Gate Turn-Off Current - Maximum Negative Gate Current Required To Switch Off.
I_H	— Holding Current - Anode Current Necessary To Maintain On-State.
I_O	— Average Rectifier DC Forward Current - The Value Of The Forward Current Averaged Over A 180° Conduction Angle At 50 Hz.
I_R	— DC Reverse Current - Value Of DC Current That Flows Through The Diode In The Reverse Direction. (Leakage Current.)
I_{RM}	— Maximum Reverse DC Current - The Respective Value Of Current That Flows Through The Junction In The Reverse Direction.
I_{oma}	— Continuous On-State Current.
I_{om}	— Surge (Non-Repetitive) Peak On-State Current - A Surge Current Of Short-Time Duration.
L_S	— Series Inductance - The Inductance Between The Terminals On The Diode.
PRV	— Peak Reverse Voltage - Maximum Repetitive Peak Reverse Blocking Voltage That May Be Applied To The Anode-Cathode Of The Device.
R_S	— Series Resistance - The Total Small Signal Resistance Between The Diode Terminals.
T_A	— Ambient Temperature - The Air Temperature Measured Below A Device, In An Environment Of Substantially Uniform Temperature, Cooled Only By Natural Air Convection And Not Materially Affected By Reflective And Radiant Surfaces.
T_C	— Case Temperature - The Temperature Measured At A Specified Location On The Case Of A Device.
T_j	— Semiconductor Junction Temperature.
T_Q	— Turn Off Time.
t_r	— Reverse Recovery Time - The Time Required For The Current Or Voltage To Recover To A Specified Value After Instantaneous Switching From A Stated Forward Current Condition To A Stated Reverse Voltage Or Current Condition.
V_B	— DC Breakdown Voltage - Value Of Voltage Measured At The Point Which Breakdown Occurs With The Diode Reverse Biased.
V_{BRIR}	— Static Reverse Breakdown Voltage - The Value Of Negative Anode-To-Cathode Voltage At Which The Differential Resistance Breakdown Between The Anode And Cathode Terminals Changes From A High Value To A Substantially Lower Value.
V_{DRM}	— Repetitive Peak Off-State Voltage - Maximum Instantaneous Value Of The Off-State Voltage That Occurs Across The Devices, Including All Repetitive Transient Voltages, But Excluding All Non-Repetitive Transient Voltages.
V_F	— Forward Voltage - The Voltage Drop In A Semiconductor Diode Resulting From The Respective Forward Current.
V_{FM}	— Maximum Forward Voltage - The Voltage Drop In A Semiconductor Diode Resulting From The Respective Forward Current.
V_{GFM}	— Maximum Forward Gate Voltage - Maximum DC Forward Gate Voltage Permitted To Produce A Specified Forward Gate Current.
$V_{GO\ Max}$	— Peak Gate Turn-Off Voltage - Maximum Reverse Gate Voltage Required To Switch Off.
V_{GRM}	— Maximum Reverse Gate Voltage - Maximum Peak Reverse Voltage Allowable Between The Gate Terminal And The Cathode Terminal When The Junction Between The Gate Region And The Adjacent Cathode Region Is Reverse Biased.
V_Z	— Zener Regulator Reference Voltage - Value Of DC Voltage Across The Diode When It Is Biased To Operate In Its Breakdown Region.
$\Delta V_Z/\Delta T$	— Change In Zener Voltage To Change In Temperature.

Transistors

V_{CBO}	— Collector To Base Breakdown Voltage - Voltage Measured Between Collector And Base With Emitter Open.
V_{CEO}	— Collector To Emitter Breakdown Voltage - Voltage Measured Between Collector And Emitter With Base Open.
V_{CER}	— Collector To Emitter Breakdown Voltage - Voltage Measured Between Collector And Emitter When The Base Terminal Is Returned To The Emitter Terminal Through A Specified Resistance.
V_{CES}	— Collector To Emitter Breakdown Voltage - Voltage Measured Between Collector And Emitter With The Base Terminated Through A Short Circuit To The Emitter.
V_{CEV}	— Collector To Emitter Breakdown Voltage - Voltage Measured Between Collector And Emitter When A Specified Voltage (V) Is Applied Between The Base And Emitter.

Transistors (cont'd)

V_{CEX}	— Collector To Emitter Breakdown Voltage - Voltage Measured Between Collector And Emitter When The Base Is Terminated Through A Specified Load (X) To The Emitter.
V_{DSS}	— Drain To Source Breakdown Voltage - Voltage Measured Between The Drain And Source Terminals With The Gate Short-Circuited To The Source Terminal.
V_{EBO}	— Emitter To Base Breakdown Voltage - Reverse Voltage Measured Between Emitter And Base With The Collector Terminal Open.
V_{GSS}	— Gate To Source Breakdown Voltage - The Breakdown Voltage Between The Gate And Source Terminals With The Drain Terminal Short-Circuited To The Source Terminal.
C_{ISS}	— Input Capacitance - The Capacitance Between The Terminals (Gate And Source) With The Drain Short-Circuited To The Source.
C_{RSS}	— Reverse Transfer Capacitance - The Capacitance Between The Drain And Gate Terminals.
f_T	— Gain Bandwidth Product - Frequency At Which Small-Signal Gain Becomes Unity.
g_{fs}	— Forward Transfer Conductance - Common Source Forward Transconductance.
h_{FE}	— DC Current Gain - The Ratio Of Collector Current To Base Current At A Specified Collector-Emitter Voltage.
I_B	— DC Base Current - Value Of DC Current Into The Base Terminal.
I_C	— DC Collector Current - Value Of DC Current Into The Collector Terminal.
I_{DSS}	— Zero Bias Drain Current - Amount Of Current Which Flows In The Drain When The Gate Is Connected To The Source.
P_D	— Average Power Dissipation.
P_{IN}	— Signal Input Power To Device.
P_{OUT}	— Signal Output Power.
r_{DS}	— Drain-Source On-State Resistance.
V_{CC}	— DC Supply Voltage Applied To The Collector Terminal.

Special Purpose Devices

V_{CER}	— Breakdown Voltage Between Collector And Emitter With A Specified Resistor Between Base And Emitter.
V_{GKF}	— Gate To Cathode Forward Breakdown Voltage.
V_{GKR}	— Gate To Cathode Reverse Breakdown Voltage.
h_{FE}	— DC Current Gain - Ratio Of DC Output Current To The DC Input Current.
$I_{BO+ (Max)}$	— Maximum Forward Breakover Current.
$I_{BO- (Max)}$	— Maximum Reverse Breakover Current.
I_E	— Value Of The DC Current Into The Emitter.
I_{EO}	— Emitter Current With One Base Open.
I_G	— DC Gate Current - The DC Current Flowing Through The Gate As A Result Of Applied Gate Voltage.
I_{TPK}	— Total Peak Current.
I_V	— Valley Current - The Valley Current Is The Emitter Current At The Second Lowest Current Point.
η	— Intrinsic Stand Off Ratio.
R_{BBO}	— Base 1 To Base 2 Resistance With Open Emitter.
V_{AK}	— Anode To Cathode Voltage - The Maximum Value Of Voltage Applied Between Anode And Cathode Without Failure.
$V_{(BO)+}$	— Forward Breakover Voltage.
$V_{(BO)-}$	— Reverse Breakover Voltage.
ΔV_F	— Forward Breakback Voltage.
ΔV_R	— Reverse Breakback Voltage.
V_{GT}	— Gate Trigger Voltage - The Gate Voltage Required To Produce The Gate Trigger Current.

Opto Electronic Devices

I_D	— Dark Current - The Current Which Flows In A Photodetector When There Is No Incident Radiation On The Detector.
I_{FT}	— Input Trigger Current - Emitter Current Necessary To Trigger The Coupled Device.
I_L	— Light Current - The Current That Flows Through A Photo Sensitive Device When It Is Exposed To Illumination.
P_t	— Total Device Power Dissipation.
Response Time	— The Time It Takes The Device To React To An Incoming Signal.
Rise Time	— The Time Duration During Which The Leading Edge Of A Pulse Is Increasing From 10% To 90% Of Its Maximum Amplitude.
V_{ISO}	— DC Isolation Surge Voltage - The Dielectric Withstanding Voltage Between The Input And Output.
λ_P	— Wavelength At Peak Emission - The Wavelength At Which The Power Output From A Light-Emitting Diode Is Maximum.
θ_{HI}	— Half-Intensity Beam Angle - The Angle Within Which The Radiant Intensity Is Not Less Than Half Of The Maximum Intensity.

Diodes and Rectifiers (General Purpose)



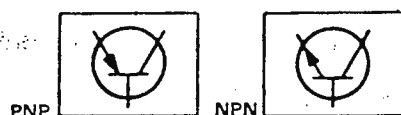
ECG Type	Description		Peak Reverse Voltage PRV Max V	Average Rectified Forward Current IO Max	Forward Current Repetitive Peak IFRM Max	Reverse Recovery Time trr	Forward Voltage Drop Max VF	AFC	Fast Sw	Gen Purp	Fast Recovery	Fig. No.
ECG109	Gen Purp	Ge	100	200 mA	---	---	---			•		Z2
ECG110A	Gen Purp	Ge	40	50 mA	150 mA	---	---			•		Z2
ECG110MP	Matched Diode Pair	Ge	30	15 mA at 60°C	---	---	---	•		•		Z2
ECG112	UHF Mixer (Schottky)	Si	5	25 mA	---	---	.5 at 60 mA					Z4
ECG113A	Common Cathode Dual Diode, Center Tap, TV Horiz	Si	100	1.5 A	---	---	0.95 V at 1 A	•		•		Z15
ECG114	Series Dual Diodes, TV Horiz	Se	20	min 1.1 mA	---	---	---	•		•		Z12
ECG115	Common Anode, Dual Diode, TV Horiz AFC	Se	20	min 1.1 mA	---	---	---	•		•		Z12
ECG116	Gen Purp Rect	Si	600	1 A	---	---	0.8 V at 1 A			•		Z3
ECG117A	Gen Purp Rect, Metal Case	Si	1000	1.5 A	---	---	0.9 V			•		Z10
ECG120	Color TV Convrg Rect	Se	18	65 mA	---	---	---			•		Z17
ECG125	Gen Purp Rect	Si	1000	2.5 A at 25°C Lead Temp	---	---	0.8 V at 1 A			•		Z3
ECG156	Gen Purp Rect	Si	1000	3 A	---	---	1.1 V at 1.5 A			•		Z6
ECG173BP	TV Damper	Si	5000	600 mA	8 A	4 μs	4.4 V at 500 mA					Z16
ECG177	Fast Sw, Det, etc.	Si	200	160 mA	250 mA	50 ns	1.0 V at 100 mA		•			Z4
ECG178MP	Matched Diode Pair, AFC, AFT, etc.	Si	50	75 mA	100 mA	---	1.0 V at 5 mA	•				Z5
ECG506	Sw, Fast Recovery, Bst Damper, Blanking	Si	1400	2 A	3.5 A	500 ns	1.0 V at 1 A		•		•	Z6
ECG507	Gen Purp Rect, Gating, Centering	Si	50	250 mA	---	3 μs	1.0 V at 1 A			•		Z6
ECG515	Sw, Fast Recovery, SCR Defl Clamp	Si	800	3 A	9 A	1.3 μs	1.3 V at 4 A		•		•	Z8
ECG519	Fast Sw Diode	Si	100 (BRV)	200 mA	450 mA	4 ns	1.0 V at 10 mA		•			Z4
ECG525	Sw, Fast Recovery, Damper	Si	2000	1 A	---	500 ns (Fwd Rec)	2 V at 2 A		•		•	Z6
ECG551	Sw, Fast Recovery, Damper, Metal Case	Si	1500	1 A	---	1 μs	1.5 V at 2 A		•		•	Z9
ECG552	Gen Purp Rect, Fast Recovery	Si	600	1 A	---	200 ns	1.5 V at 250 mA		•	•	•	Z3
ECG558	Gen Purp Rect, Fast Recovery, HV	Si	1500	1 A	---	250 ns	1.2		•	•	•	Z6
ECG580	Gen Purp Rect, Fast Recovery	Si	600	3 A	Single Surge 100 A	250 ns	1.3 V at 3 A		•	•	•	Z1A
ECG581	Gen Purp Rect, Fast Recovery	Si	400	8 A	Single Surge 150 A	200 ns	1.2 V at 3 A		•	•	•	Z41A
ECG582	TV Damper	Si	6000	300 mA	Single Surge 100 A	300 ns	8.0 V at 100 mA				•	Z17A
ECG583	Detector, Mixer, (Schottky) Hot Carrier Modulator	Si	70	15 mA	---	1 ps	.41 V at 1 mA	•	•	•	•	Z4
ECG584	Detector, Mixer, (Schottky) Hot Carrier Modulator	Si	20	35 mA	---	1 ps	.41 V at 1 mA	•	•	•	•	Z4

Step-by-step determine each of the following parameters:

1. Polarity NPN or PNP
2. Type of material - silicon or germanium
3. Operating frequency range
4. Maximum voltage, collector to emitter
5. Maximum voltage collector to base
6. Maximum collector current
7. Maximum power dissipation
8. Current gain
9. Case packaging
10. Lead configuration

Step 1

Is it an NPN or PNP device? Your first source of information would be the schematic drawings. If the arrow on the emitter of the transistor symbol is pointing toward the base, you know it is a PNP device, or if it is pointing away from the base, it is an NPN.



Now let's say for argument sake that the schematic has been drawn incorrectly or suppose you have no schematic, your next clue would be to determine the polarity of the voltage between the emitter and collector.

If the collector voltage is positive with respect to the emitter voltage, then it is a NPN device. If the collector voltage is negative with respect to the emitter voltage then it is a PNP device. Therefore, if the V_{CE} (collector to emitter voltage) is positive, it's NPN, or if the V_{CE} is negative, it's PNP. An easy way to remember the polarity of the collector voltage for each type is:

NP	POSITIVE	N
PN	NEGATIVE	P

Step 2

Next you must decide whether the device is silicon or germanium. This is most effectively done by the use of a schematic drawing. If you find that the D.C. bias voltage level between the base and emitter is 0.2 volts or less, it is probably a germanium device. Now, if you get a bias voltage reading of 0.4 volts or more, it is probably a silicon device. There will, of course, be some cases where there will be either no bias or reverse bias voltage present. This would be the case in oscillator and sync clipper circuits.

Another way of determining the type of material of a transistor is to look at the complexity of the circuit with respect to the number of components in a single stage. Germanium circuits are much more complex due to germanium's unstable nature with respect to

temperature changes and its high leakage currents, therefore, several components are required per stage to make it stable. Voltage dividers are used to compensate the bias voltage and an emitter limiting resistor is always used.

A silicon device, however, is very stable with respect to gain when temperature changes and silicon has very low leakage currents. Therefore, a single silicon amplifier stage may only consist of one resistor for base bias and one load resistor. Some circuits using silicon still have more compensating components than they require but as design engineers have become more aware of the stability of silicon, circuits have become simpler.

Step 3

After you have determined the polarity and type of material of a device, you next determine the operating frequency range of the circuit in which it is used. This is done mainly by identifying the type of circuit and whether it is working in the audio range, the kilohertz range or the megahertz range.

Step 4

Next you look at the schematic or the circuit and determine the maximum collector to emitter voltage present in the circuit. In most cases, it is best to use the supply voltage figure as your reference. This figure will then be used to select a replacement device, which has a collector to emitter breakdown voltage at least slightly higher than the supply voltage. Preferably the higher the collector to emitter breakdown voltage, the better.

Step 5

Next the collector to base maximum voltage must be determined. If you have determined the collector to emitter maximum voltage requirements, then you can use this figure for the collector to base maximum voltage requirements.

Step 6

The sixth step is to determine the maximum collector current. To do this you would consider the DC condition with the device fully on, which of course would give you the highest current required of the device.

Step 7

Now that you have determined the maximum voltage and collector current requirements, you can use them in determining the maximum power requirements. However, the type of circuit where the device is used is the major factor with respect to power dissipation. Here we have some general wattage ranges for different circuit types.

1. Input stages, AF or RF, 50-200 milliwatts
2. IF stages and driver stages, 200MW - 1 watt
3. Higher power output stages 1 watt and up

Step 8

Next you determine the gain expected from the circuit. This is determined primarily by its application

in a circuit. Some typical gain categories are:

RF, Mixers, IF and AF	80 - 150
RF and AF Drivers	25 - 80
RF and AF Output	4 - 40
High Gain Preamps and Sync Separators	150 - 500

Step 9

Next you determine the case packaging and over-all dimensions. (Case type and size need only be considered where an exact mechanical fit is required. Otherwise, if you can fit the device into place even though it is not the exact case, it will probably do the job as well as the original. Some high frequency circuits may require exact replacements but even these circuits will require some alignment touch-up, especially in the case of UHF circuits.)

Step 10

Lastly you note the lead configuration. (Lead configuration generally is not a prime consideration for replacement transistors although it may be desirable for each of insertion and appearance.)

With the above 10 parameters determined, the application selector guides in the transistor section can be used to find an accurate replacement device.

In an emergency situation where a replacement is listed in the ECG Semiconductor Guide but you do not have the recommended type in stock, this procedure could be used to determine alternate ECG replacements with higher ratings or different case or lead configurations.

SCR, Triac, Rectifier and Bridge Replacement

A substitute rectifier, SCR, triac or bridge can be used as long as it is:

1. Equal to or greater in current rating
2. Equal to or greater in voltage rating
3. In a similar case
4. Has (for SCR's and triacs) the same or lower I_{GT} rating
5. Has equal or faster switching speed

The important factor in point 3 is that for proper heat transfer, substitutes for stud type devices should have the same stud size - this, so you can simply take out the defective device and install the new device without having to drill a new size hole in the heat sink. In the case of axial lead devices, however, you may substitute if the case is equal to or smaller than the original device.

Not all ECG devices can be substituted in the above manner. The above-mentioned five substitution factors apply to SCR's, triacs, rectifiers, and bridges only. Voltage regulation zener substitutions are somewhat less flexible, since each zener is manufactured for, and used as, a specific voltage regulator you cannot substitute a different zener voltage.

Personalized Service For Unlisted Types

Upon the user's request, the ECG Semiconductor Field Engineering Department will try to cross reference any type number or part number not in this ECG Semiconductor Replacement Guide. Sometimes this is possible, sometimes not. However, the chance of success is greatly increased as the amount of information to work with goes up. Therefore, when requesting a new cross reference, please give as much of the information requested in Table II as possible.

Table II

1. Type Number
2. Part Number
3. Number on Device
4. Type of Device (i.e., Diode, Rectifier, PNP or NPN Transistor-Silicon or Germanium, SCR, Triac, Integrated Circuit, etc.)
5. If IC, Specify Digital, Linear, or Other Description
6. Case Style (i.e., TO-5, DIP, 3/8" Stud, etc.)
7. Number of Leads
8. Application of Device (i.e., TV, Motor Control, Battery Charger, Arc Welder, Tape Deck, CB, Scanner, Auto Radio, etc.)
9. Manufacturer's Name
10. Trade Name
11. Chassis Number
12. Model Number
13. Description of Device Function

Inquiries for such cross reference information should be sent to:

ECG Semiconductor, Field Engineering
Philips ECG, Inc.
1025 Westminster Drive
Williamsport, Pennsylvania 17701

Testing Solid-State Devices

Precautions

Ohmmeters - Ohmmeters must be used with great care in transistor circuits. It must be remembered that the ohmmeter has an internal voltage source. Also, some instruments are capable of delivering high currents.

Meter test probes with sharp points facilitate checks on printed-circuit boards. They minimize the danger of accidentally bridging adjacent conductors. Also, the needle points easily pierce resin, varnish, or surface corrosion on the conductors. False readings are often the result of not making good connections on the printed-circuit board.

In-circuit measurements are often misleading because of the shunt paths provided by transistor junctions that become forward biased by the ohmmeter's supply. An example is shown in Fig. A. With the ohmmeter connected in this fashion, the internal battery places a forward bias on the emitter junction of the transistor. This effectively places R_E in shunt with R_2 .

Transistors

Bi-Polar Types (Maximum Ratings at $T_C = 25^\circ\text{C}$ Unless Otherwise Noted)

ECG Type	Description and Application	Collector To Base Volts BV_{CBO}	Collector To Emitter Volts BV_{CEO}	Base to Emitter Volts BV_{EBO}	Max. Collector Current I_C Amps	Max. Device Diss. P_D Watts	Freq. in MHz f_t	Current Gain h_{FE}	Package	
									Case	Fig. No.
ECG14	PNP-Si, Gen Purp, AF Amp, Driver	80	80	5	.7	.75	100	120 min	M-68	T20-2
ECG15	NPN-Si, VHF Amp, Mixer, Osc, UHF Osc	30	18	4	50 mA	.300	600 min	40 min	M-68	T20-2
ECG16	NPN-Si, Gen Purp Small Signal Amp, Low Noise (Compl to ECG17)	50	40	5	.100	.300	180	300	M-71	T20-3
ECG17	PNP-Si, Gen Purp Small Signal Amp, Low Noise (Compl to ECG16)	50	40	5	.100	.300	140	300	M-71	T20-3
ECG18	NPN-Si, AF Driver, Gen Purp Amp (Compl to ECG19)	80	80	5	.700 1 peak	1	120	120 min	M-71	T20-3
ECG19	PNP-Si, AF Driver, Gen Purp Amp (Compl to ECG18)	80	80	5	.700 1 peak	1	100	120 min	M-71	T20-3
ECG20	NPN-Si, AF PO, Dr, Series Pass (Compl to ECG21)	40	32	5	2 2.5 peak	1	100	120 min	M-71	T20-3
ECG21	PNP-Si, AF PO, Dr, Series Pass (Compl to ECG20)	40	32	5	2 3 peak	1	100	120 min	M-71	T20-3
ECG22	NPN-Si, AF PO, Dr, Gen Purp Amp	100	80	5	1 2 peak	1	100	120 min	M-71	T20-3
ECG23	NPN-Si, Low Noise UHF/VHF Amp, Antenna Amp, H.F. IF Amp (GPE 15 dB Typ)	30	14	3	50 mA	.250	2 GHz	80 typ	TO-92	T16
ECG24	NPN-Si, Gen Purp Amp, Sw (Compl to ECG25)	100	80	5	1.25	1	50	80 min	TO-237	T17
ECG25	PNP-Si, Gen Purp Amp, Sw (Compl to ECG24)	100	80	5	1.25	1	50	80 min	TO-237	T17
ECG26	NPN-Si, Audio Amp, Lo Noise	120	120	5	.05	.3 ($T_A = 25^\circ\text{C}$)	100	300 min	SP-92	T13-1
ECG27	PNP-Ge, Hi Current Gen Purp Amp	60	45	30	60	170	2 (kHz)	120 typ	TO-3	T28A
ECG28	PNP-Ge, Hi Current Gen Purp Amp	60	45	30	60	170	2 (kHz)	120 typ	TO-68	T29A
ECG29	NPN-Si, Hi Pwr Amp, Sw, $t_f = .3 \mu\text{sec typ}$ (Compl to ECG30)	80	80	5	50	300	2 min	20 min	TO-3	T28A
ECG30	PNP-Si, Hi Pwr Amp, Sw, $t_f = .3 \mu\text{sec typ}$ (Compl to ECG29)	80	80	5	50	300	2 min	20 min	TO-3	T28A
ECG31	NPN-Si, AF Driver Output (Compl to ECG32)	160	160	6	1	.9 ($T_A = 25^\circ\text{C}$)	20 min	100 min	TO-92M	T18
ECG32	PNP-Si, AF Driver Output (Compl to ECG31)	160	160	6	1	.9 ($T_A = 25^\circ\text{C}$)	15 min	100 min	TO-92M	T18
ECG33	NPN-Si, Audio Pwr Amp (Compl to ECG34)	160	160	5	15	150	80	120 min	TB-34	T44
ECG34	PNP-Si, Audio Pwr Amp (Compl to ECG33)	160	160	5	15	150	60	120 min	TB-34	T44
ECG35	NPN-Si, Horiz Output, Switch	1100	1100 (CES)	13	1	30	5	15	TC-9	T27
ECG36 ECG36MP*	NPN-Si, Pwr Amp, Hi Speed Switch (Compl to ECG37)	160	140	6	12	100	15	60 min	TO-3PJ	T48-1
ECG37 ECG37MCP	PNP-Si, Pwr Amp, Hi Speed Switch (Compl to ECG36) Matched Compl Pair-Contains one each ECG36 (NPN) and ECG37 (PNP)	160	140	6	12	100	15	60 min	TO-3PJ	T48-1

Notes: * MP - Matched pair

Package Outlines - See Page 66

Frequency at which common emitter current gain is 70.0% of low frequency gain

* When alternate packages are shown it indicates a change is in progress. Although only one package is available both packages will be shown as long as the obsolete package may be encountered in the field.

Transistors (cont'd) (Maximum Ratings at $T_C = 25^\circ\text{C}$ Unless Otherwise Noted)

ECG Type	Description and Application	Collector To Base Volts BV_{CBO}	Collector To Emitter Volts BV_{CEO}	Base to Emitter Volts BV_{EBO}	Max. Collector Current I_C Amps	Max. Device Diss. P_D Watts	Freq. in MHz f_t	Current Gain h_{FE}	Package	
									Case	Fig. No.
ECG262	PNP-Si, Darlington Pwr Amp (Compl to ECG261)	100	100	5	8	65	---	1000 min	TO-220	T41
ECG263	NPN-Si, Darlington Pwr Amp (Compl to ECG264)	100	100	5	10	65	---	1000 min	TO-220	T41
ECG264	PNP-Si, Darlington Pwr Amp (Compl to ECG263)	100	100	5	10	65	---	1000 min	TO-220	T41
ECG265	NPN-Si, Darlington Pwr Amp, Switch	50	50	13	.5	6.25	---	10000 min	TO-202	T38
ECG266	NPN-Si, Darlington Pwr Amp, Switch	50	50	13	.5	6.25	---	40000 min	TO-202	T36
ECG267	NPN-Si, Darlington Pwr Amp, Switch	30	30	13	.5	6.25	---	90000 min	TO-202	T38
ECG268	NPN-Si, Darlington Pwr Amp (Compl to ECG269)	50	50	13	2	10	---	1000 min	TO-202	T38
ECG269	PNP-Si, Darlington Pwr Amp (Compl to ECG268)	50	50	13	2	10	---	1000 min	TO-202	T38
ECG270	NPN-Si, Darlington Pwr Amp, Switch (Compl to ECG271)	100	100	5	10	125	---	1000 min	TO-3P (TO-218)	T48
ECG271	PNP-Si, Darlington Pwr Amp, Switch (Compl to ECG270)	100	100	5	10	125	---	1000 min	TO-3P (TO-218)	T48
ECG272	NPN-Si, Darlington Pwr Amp, Switch (Compl to ECG273)	50	40	12	2	10	---	25000 min	TO-202N	T36
ECG273	PNP-Si, Darlington Pwr Amp, Switch (Compl to ECG272)	50	40	12	2	10	---	25000 min	TO-202N	T36
ECG274	NPN-Si, Darlington Pwr Amp, Switch (Compl to ECG275)	80	80	5	4	50	---	3000 typ	TO-66	T25
ECG275	PNP-Si, Darlington Pwr Amp, Switch (Compl to ECG274)	80	80	5	4	50	---	3000 typ	TO-66	T25
ECG277	NPN-Si, Horiz/Vert/Audio PO	1100	1100 (CES)	6	1	40	5 min	30 min	TC-9	T27
ECG278	NPN-Si, Broad Band RF Amp	40	30	4	4	3.5	1200 min	30 min	TO-39	T6
ECG280 ECG280MP*	NPN-Si, AF Pwr Amp (Compl to ECG281)	140	140	5	12	100	6	70 min	TO-3	T28
ECG281 ECG281MCP	PNP-Si, AF Pwr Amp (Compl to ECG280) Matched Compl Pair-Contains one each ECG280 (NPN) and ECG281 (PNP)	140	140	5	12	100	6	70 min	TO-3	T28
ECG282	NPN-Si, Final RF Pwr Amp, Sw (P_O 4 W, 27 MHz)	150	100	6	4	10	70 min	85 min	TO-39	T6
ECG283	NPN-Si, HV-Hi Current Sw, Horiz Output	800	325	8	10	100	6	15 min	TO-3	T28
ECG284 ECG284MP*	NPN-Si, AF Pwr Amp (Compl to ECG285)	180	180	5	16	150	6	70 min	TO-3	T28
ECG285 ECG285MCP	PNP-Si, AF Pwr Amp (Compl to ECG284) Matched Compl Pair-Contains one each ECG284 (NPN) and ECG285 (PNP)	180	180	5	16	150	6	70 min	TO-3	T28
ECG286	NPN-Si, Pwr Amp, Sw, Horiz Output	300	250	6	2	25	8	100 min	TO-66	T25
ECG287	NPN-Si, HV Gen Purp Amp (Compl to ECG288)	300	300	6	.5	.625 ($T_A = 25^\circ\text{C}$)	50	40 min	TO-92	T16
ECG288	PNP-Si, HV Gen Purp Amp (Compl to ECG287)	300	300	5	.5	.625 ($T_A = 25^\circ\text{C}$)	50	40 min	TO-92	T16
ECG289A ECG289AMP*	NPN-Si, AF Pwr Amp (Compl to ECG290A)	100	80	5	.5	.500 ($T_A = 25^\circ\text{C}$)	120	100 min	TO-92	T16

Notes: * MP - Matched pair

Package Outlines - See Page 66

Frequency at which common emitter current gain is 70.0% of low frequency gain

• When alternate packages are shown it indicates a change is in progress. Although only one package is available both packages will be shown as long as the obsolete package may be encountered in the field.

Silicon Transistor Selector Guide (cont'd)

Breakdown Voltage		Type		Application	Collector Current I _c (A)	Collector Diss. P _D (W)	Current Gain h _{FE}	Freq in MHz f _t	Package
BVCBO	BVCEO	NPN	PNP						Case/Basing
60	50	ECG2304	---	Hi Speed Sw, Amp, t _f = .1 μs (typ)	15	90	100 min	20	TO-3PJ Fig. T48-1  Collector to Heat Sink
160	140	ECG36	ECG37	Gen Purp, Pwr Amp, Hi Speed Sw	12	100	60 min	15	
200	180	ECG2307	---	Hi Gain Amp, Series Pass	5	80	500 min	---	
500	400	ECG2308	---	Hi Speed Sw, Series Pass, t _f = 1 μs (max)	12	100	15 min	20	
900	800	ECG2309	---	HV, Hi Speed Sw, t _f = .7 μs (max)	6	100	10 min	15	
1500	800	ECG2302	---	HV, Horiz Output/Damper Diode, t _f = .7 μs (max)	5	120	8 min	3	
60	60	ECG152	ECG153	Gen Purp, Pwr Amp	7	50	60 typ	10	TO-220 Fig. T41 
65	65	ECG235	---	RF Pwr Output	3 peak	12	40 min	200 min	
70	70	ECG236	---	RF Pwr Output	8 peak	25	20 min	100	
80	80	ECG241	ECG242	Gen Purp, Pwr Amp	4	60	25 min	2	
80	80	ECG377	ECG378	Hi Speed Sw, Amp, t _f = .14 μs (typ)	10	50	60 min	50	
90	80	ECG196	ECG197	Gen Purp, Pwr Amp	7	50	20 min	.8	
100	80	ECG56	---	Gen Purp Amp, Sw, Series Pass, t _f = 1.3 μs (typ)	3	30	500 min	15	
100	100	ECG331	ECG332	Gen Purp	15	90	40 typ	3 min	
130	120	ECG291	ECG292	Gen Purp, Pwr Amp	4	40	75 typ	4 min	
150	150	ECG54	ECG55	Gen Purp, Pwr Amp	8	50	100 typ	85	
200	150	ECG375	ECG398	Gen Purp Linear, Vert	3/2	25	150 typ	8	
300	300	ECG376	---	Gen Purp	.15	15	100 typ	80	
500	500	ECG198	---	HV Amp, Sw, to _{ff} = 2 μs (typ)	1	40	80 typ	20	
700	400	ECG51	---	HV, Hi Speed Sw, t _f = .7 μs (typ)	4	75	25 typ	4 min	
700	400	ECG379	---	Horiz Sw, t _f = .7 μs (typ)	12	100	20 typ	4 min	
1500	750	ECG2303	---	Horiz Sw, t _f = .65 μs (typ)	2.5	65	4	4	
50	40	ECG300	ECG307	Gen Purp	1.5	7	90 min	70	TO-202 Fig. T38 
70	60	ECG186	ECG187	Hi Speed Sw, t _f = .075 μs (typ)	3	12.5	80 typ	50	
75	35	ECG299	---	RF Driver, Pwr Amp	1	4	10 min	200	
90	75	ECG210	ECG211	Hi Speed Sw, t _f = .05 μs (typ)	1	6.25	120 min	200	
125	100	ECG49	ECG50	Gen Purp, Pwr Amp	2	10	100 typ	150	
300	300	ECG171	ECG296	Gen Purp, Amp, Video	.5	10	40 typ	75/50	
36	18	ECG78	---	RF Amp, CB	.6	5	5 min	---	TO-202M Fig. T39 
36	18	ECG79	---	RF Amp, CB	2	10	5 min	---	
50	50	ECG186A	ECG187A	Gen Purp, Pwr Amp	3	10	80 min	150	
450	350	ECG228A	---	Gen Purp, Linear Amp	1	10	40 typ	15	
100	50	ECG302	---	RF Driver, Pwr Amp	1.5 peak	8	200min	80	TO-202J Fig. T37 
100	50	ECG306	---	RF Driver, Pwr Amp	1.5 peak	8	200 min	80	
700	300	ECG80	---	HV Sw, Horiz Driver	1	6	50 typ	13	

Note: NPN Type/PNP Type

Package Outlines - See Page 66

Silicon Controlled Rectifiers (SCR)

Phase Control - SCR



VDRM DC or Pk Volts	IT Max Forward Current (Amps)											
	IT RMS - All Conduction Angles						IT Ave - Conduction Angle = 180°					
	.8 A RMS .5 A Av.	3 A RMS 1.9 A Av.	4 A RMS 2.5 A Av.			5 A RMS 3.2 A Av.	*7 A RMS 4.3 A Av.	8 A RMS 5.1 A Av.				
30	ECG5400		ECG5411	ECG5421	ECG5431	ECG5452					ECG5442	ECG5488
50						ECG5453	ECG5470					
60	ECG5401		ECG5412	ECG5422	ECG5432							
100	ECG5402		ECG5413	ECG5423	ECG5433	ECG5454	ECG5471					ECG5482
200	ECG5404	ECG5408	ECG5414			ECG5455	ECG5472	ECG5511	ECG5427		ECG5444	ECG5483
400	ECG5405	ECG5409	ECG5415			ECG5457	ECG5474	ECG5512	ECG5428	ECG5437	ECG5446	ECG5485
600	ECG5406	ECG5410	ECG5416				ECG5476	ECG5513	ECG5429	ECG5438	ECG5448	ECG5487
IGT Min	200 μ A #	10 mA	200 μ A #	200 μ A #	500 μ A #	200 μ A #	10 mA	15 mA	15 mA	200 μ A #	30 mA	20 mA
VGT Max (V)	0.8	1.5	1.0	1.0	1.0	0.8	1.5	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5
ISurge (A)	6.0	30	25	30	20	20	100	60	100	100	80	100
IHold Min (mA)	5.0	20	5.0	3.0	5.0	3.0	25	20	20	6.0	40	25
VGFM (V)	8.0	10	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	10	6.0	5.0	6.0	10
VGRM (V)	8.0	10	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	5.0	6.0	5.0	6.0	10
VF on (V) Max	1.7	1.6	2.0	2.2	2.6	2.2	2.0	2.8	2.6	2.0	1.5	1.3
PG Av (W)	.01	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Operating Temp. Tj °C	-65 to +125	-40 to +125	-40 to +110				-40 to +110		-65 to +100	-40 to +110		-40 to +100
dv/dt (Typ) V/ μ sec	300	30	10				50	200	100	10	50	50
Fig. No.	Z36	Z35	Z38	Z39		Z40	Z48	Z42	Z35	Z41	Z39	Z48
Package	TO-92	TO-5M	TO-126	TO-127		TO-202	TO-64	TO-66	TO-5M	TO-220	TO-127	TO-64

Return Gate to Cathode through 1000 ohms minimum.
* If ITRMS exceeds 4 A, anode connection must be made to case.

Package Outlines - See Page 5

Testing SCRs and TRIACs (Thyristors)

The functional testing of SCRs and TRIACs usually requires test equipment capable of supplying the specified gate current (IGT) and minimum hold current of the Thyristor. These parameters are given in chart form in the SCR and TRIAC sections of this book.

Testing with an ohmmeter is not recommended for high current Thyristors and should only be used for relative indications in low current Thyristors. The IGT and IHold parameters of the Thyristor may exceed the source current capability of the ohmmeter causing false readings and therefore, may not always indicate the true function of the device.

However, a simple ohmmeter test on low power Thyristors may provide an approximate evaluation of their gate-firing capabilities by connecting an ohmmeter as shown in Fig. G. The negative lead is connected to cathode and the positive lead is connected to anode.

Using the Rx1 scale, short the gate to the anode. A reading of approximately 15 to 50 ohms is normal. Note: when the gate-to-anode short is removed, the same reading should still show on the meter until the leads are removed from cathode or the anode. Now, reconnecting the meter leads to cathode and anode should show no reading until the gate is again shorted to the anode.

Testing of Gate turn off SCRs requires special test equipment. Field testing of these SCRs is difficult and typically provides erroneous results.

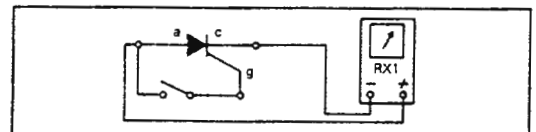


Fig. G. Hookup arrangement for testing thyristors with an ohmmeter.

TRIACS

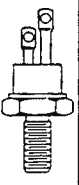
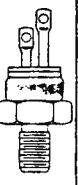
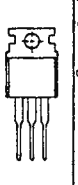
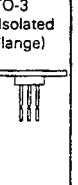
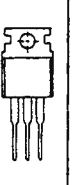
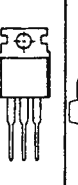
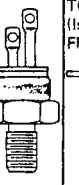
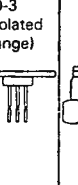
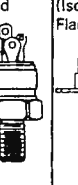
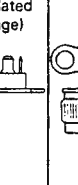
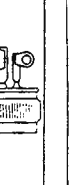


VRRM DC or Peak Volts	IT RMS Max Forward Current (Amps)										
	0.8 A	2.5 A		4 A		8 A		10 A			
50				ECG5601				ECG5612	ECG5622	ECG5631	
100		ECG5640	ECG5650	ECG5602				ECG5613	ECG5623	ECG5632	
200	ECG5655	ECG5641	ECG5651	ECG5603				ECG5614	ECG5624	ECG5633	
400	ECG5656	ECG5642	ECG5652	ECG5605	ECG5629	ECG5608	ECG5638	ECG5616	ECG5626	ECG5635	
600	ECG5657	ECG5643	ECG5653	ECG5607		ECG5609		ECG5618	ECG5628	ECG5637	ECG5645
800						ECG5610					
IGT Min (mA) Quadrants I & III	5.0	25	3.0	30	3.0	10	10	50	50	50	50
IGT Min (mA) Quadrants II & IV	5.0	40	3.0	---	3.0	10	10	75	---	50*	75
VGT Max (V)	2.0	2.2	2.2	2.5	2.0	2.5	2.0	2.5	2.0	2.5	2.5
ISurge Max (A)	8.0	25	25	30	40	80	80	100	100	100	120
IHold Min (mA)	20	35	5.0	30	5.0	15	10	50	50	50	50
Von Max (V)	1.5	1.8	2.2	2.0	1.6	1.5	1.6	1.8	1.8	1.65	1.6
VGM (V)	± 5.0	± 5.0	± 5.0	± 5.0	± 5.0	± 10	± 5.0	± 5.0	± 5.0	± 10	± 5.0
PG Av (W)	.01	.05	.05	.5	.3	.5	.4	.5	.5	.5	.5
Operating Temperature TJ °C	-40 to +110	-65 to +100	-40 to +90	-40 to +110	-40 to +110	-40 to +110	-40 to +110	-65 to +100	-40 to +100	-40 to +100	-40 to +110
Off State dv/dt (Typ) V/μsec	20	100	5	5	10	25	25	5	5	50	60
Operating Quadrants	I,II,III,IV	I,II,III,IV	I,II,III,IV	I,III	I,II,III,IV	I,II,III,IV	I,II,III,IV	I,II,III,IV	I,III	I,II,III	I,II,III,IV
Fig. No.	Z36	Z61		Z38	Z40	Z41	Z41	Z39		Z41	Z41
Package	TO-92	TO-5		TO-126	TO-202	TO-220	TO-220 Isolated Tab	TO-127		TO-220	TO-220 Isolated Tab

* 3 Mode device not specified in Quadrant IV

Package Outlines - See Page 101

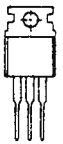
TRIACS (cont'd)

VRRM DC or Peak Volts	IT RMS Max Forward Current (Amps)											
	12 A	15 A		25 A				40 A				
50							ECG5681					
100							ECG5682					
200		ECG5673	ECG56004		ECG56015	ECG56019	ECG5683		ECG5693	ECG56022		ECG5688
400		ECG5675	ECG56006		ECG56016	ECG56020	ECG5685		ECG5695	ECG56024		ECG5689
600	ECG5667A	ECG5677	ECG56008	ECG5649	ECG56017		ECG5687	ECG5672	ECG5697	ECG56026	ECG5679	ECG5690
800	ECG5668A		ECG56010		ECG56018							
1000	ECG5669A											
IGT Min (mA) Quadrants I & III	40	50	40	50	50 Quads I, II, III	50	75	80	50	50	50	50
IGT Min (mA) Quadrants II & IV	100	80	75	75	75 Quad IV	50	100	100*	80	80	50*	80
VGT Max (V)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
ISurge Max (A)	120	100	150	150	250	200	225	250	300	300	300	300
IHold Min (mA)	100	75	40	70	50	70	75	80	60	60	75	60
Von Max (V)	2.2	1.8	1.6	1.6	1.85	1.8	1.9	1.8	2.0	2.0	1.8	2.0
VGM (V)	---	± 5.0	± 10	± 5.0	± 10	± 10	± 5.0	± 10	± 10	± 10	± 10	± 10
PG Av (W)	---	.5	.5	.5	.5	.5	.75	.8	.75	.75	.8	.75
Operating Temperature T _J °C	-40 to +125	-65 to +100	-40 to +125	-40 to +100	-40 to +125	-40 to +110	-40 to +100	-40 to +110	-65 to +110	-65 to +110	-40 to +110	-40 to +110
Off State dv/dt (Typ) V/μsec	100	100	50	60	40	60	100	60	100	100	60	100
Operating Quadrants	I, II, III, IV	I, II, III, IV	I, II, III, IV	I, II, III, IV	I, II, III, IV	I, II, III	I, II, III, IV	I, II, III	I, II, III, IV	I, II, III, IV	I, II, III	I, II, III, IV
Fig. No.	Z48	Z49	Z41	Z60	Z41	Z41	Z49	Z59	Z49	Z50	Z63	Z62
Package	TO-64 Metric 	TO-48 	TO-220 	5/8" Swedge TO-3 (Isolated Flange) 	TO-220 	TO-220 Isolated Tab 	TO-48 	3/4" Swedge TO-3 (Isolated Flange) 	TO-48 	TO-48 Isolated Stud 	Square Pak TO-3 (Isolated Flange) 	1/2" Press Fit 

* 3 Mode device not specified in Quadrant IV

Package Outlines - See Page 101

TRIAC with Internal Trigger DIAC

ECG Type	IT RMS Amps	VRRM DC or Pk Volts	Operating Quadrants	VBO (V)	IBO (μA)	Max Ratings			Oper Temp T _J °C	Off State dv/dt V/μsec	Fig. No	Package
						VF (on) Volts	ISurge Amps	IHold mA				
ECG5646	10 A	600	I, II, III, IV	35 Min	200	1.6	110	50	-40 to +100	60	Z41	TO-220 Isolated Tab 

Varistors (Temperature Compensating Diodes)



ECG Type	Description	Forward Current IF mA	Forward Voltage VF			Fig. No.	Fig. Z1	Fig. Z4
			Min. Volts	Max. Volts	Change Per °C in mV			
ECG600	Silicon	10	0.63 at 3 mA	0.69 at 3 mA	2	Z4	Fig. Z1 ECG601 18" MAX. 500" (12.7) MIN. 3.21" MAX. 322" (8.18) MAX. COLOR END DENOTES CATHODE	Fig. Z4 DO-35 ECG600 .022" (5.6) MAX. DIA. .200" (5.08) MAX. .090" (2.29) MAX. DIA. 1.000" (25.4) MIN. COLOR BAND DENOTES CATHODE
ECG601	Silicon	20	0.56 at 1.5 mA	0.61 at 1.5 mA	1.5	Z1	Fig. Z2 ECG605A BOTH LEADS .021" (5.3) MAX. DIA. (mined) .05" (1.27) MAX. DIA. .0" (25.4) MIN. (2 LEADS) 1.265" (31.9) MAX. 6.73" (170.8) MAX. COLOR BAND DENOTES CATHODE	
ECG605A	Silicon	100	1.26 at 3 mA	1.36 at 3 mA	4.6	Z2		

Varistors (Voltage Compensating Diodes)

ECG Type	Forward Characteristics	Maximum Forward DC Current	Maximum Surge Current for 10 msec	Reverse Characteristics	Fig. Z7	ECG 606 607
ECG606	1.8 V $\pm$ 0.2 V at 1 mA 2.3 V $\pm$ 0.25 V at 70 mA	150 mA	27 A	10 μ A Max at 100 V	Fig. Z7 .024" (1.6) MAX. .20" (5) MAX. .98" (25) MIN. .28" (7) MIN. .98" (25) MIN. .17" (4.2) MAX.	
ECG607	2.35 V $\pm$ 0.25 V at 1 mA 3.0 V $\pm$ 0.3 V at 70 mA	100 mA	25 A	10 μ A Max at 100 V		

Varactors (Variable Capacitance Diodes)



ECG Type	Cap. at 4 Volts pF	Cap. Ratio C2/C30	Reverse Voltage VR Volts Max.	Forward Current IF mA Max.	Device Diss. PD mW Max.	Fig. Z13	ECG 610 611 612 613 614
ECG610	6.8	2.7	30	200	280	Fig. Z13 1-A 2-K .200" (5.08) DIA. .185" (4.70) .500" (12.7) MIN. .100" (2.54) T.P.	
ECG611	10.0	2.9	30	200	280		
ECG612	12.0	2.9	30	200	280		
ECG613	22.0	2.9	30	200	280		
ECG614	33.0	3.2	30	200	280		

Matched Varactors (Variable Capacitance Diodes) (Matched Set of Four)

ECG Type	Matched Cap. at 3 Volts pF	Cap. Ratio C3/C25	Reverse Voltage VR Volts Max.	Max. Osc. Freq. at 3 V GHz	Series Inductance LS (nH)	Series Resistance RS Max. Ohms	Fig. Z4
ECG616	11	5.5	30	24	2.5	0.8	Fig. Z4 ECG616 .022" (5.6) MAX. DIA. .200" (5.08) MAX. .090" (2.29) MAX. DIA. 1.000" (25.4) MIN. COLOR BAND DENOTES CATHODE

Varactors (Radio Tuning Diodes)

Fig. No.	Application Band	Cap. In pF	Cap. In pF	Cap. Ratio	Reverse Voltage VR Max Volts	Q Min. @ 100 MHz	Fig. No.	Fig. Z13-1	Fig. Z13-2
ECG617	FM Tuning	39 at 3 V	15 at 30 V	2.6	32	100 at 3 V	Z13-1	Fig. Z13-1 ECG617 .200" (5.08) DIA. .185" (4.70) .375" (9.52) MIN. .519" (13.2) MIN. .051" (1.3) MIN. .160" (4.06) MIN.	Fig. Z13-2 ECG618 .200" (5.08) DIA. .185" (4.70) .098" (2.5) MAX. .519" (13.2) MIN. .051" (1.3) MIN. .160" (4.06) MIN.
ECG618	AM Tuning	440 at 1.2 V	22 at 8 V	15.5	12	200 at 1 V	Z13-2		

Flameproof Resistors

1/4 Watt Film

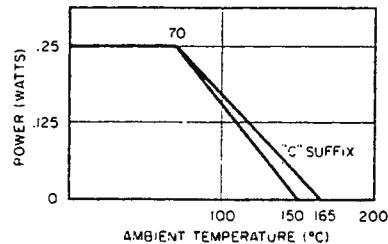
311

Value in Ohms	Stock No.	Value in Ohms	Stock No.	Value in Ohms	Stock No.	Value in Ohms	Stock No.	Value in Ohms	Stock No.	Value in Ohms	Stock No.	Value in Ohms	Stock No.
1.0	QP10	7.5	QP75	56	Q056	430	Q143	3.3K	Q233	24K	Q324	160K	Q416
1.1	QP11	8.2	QP82	62	Q062	470	Q147	3.6K	Q236	27K	Q327	180K	Q418
1.2	QP12	9.1	QP91	68	Q068	510	Q151	3.9K	Q239	30K	Q330	200K	Q420
1.3	QP13	10	Q010	75	Q075	560	Q156	4.3K	Q243	33K	Q333	220K	Q422
1.5	QP15	11	Q011	82	Q082	620	Q162	4.7K	Q247	36K	Q336	240K	Q424
1.6	QP16	12	Q012	91	Q091	680	Q168	5.1K	Q251	39K	Q339	270K	Q427
1.8	QP18	13	Q013	100	Q110	750	Q175	5.6K	Q256	43K	Q343	300K	Q430
2.0	QP20	15	Q015	110	Q111	820	Q182	6.2K	Q262	47K	Q347	330K	Q433C
2.2	QP22	16	Q016	120	Q112	910	Q191	6.8K	Q268	51K	Q351	360K	Q436C
2.4	QP24	18	Q018	130	Q113	1K	Q210	7.5K	Q275	56K	Q356	390K	Q439C
2.7	QP27	20	Q020	150	Q115	1.1K	Q211	8.2K	Q282	62K	Q362	430K	Q443C
3.0	QP30	22	Q022	160	Q116	1.2K	Q212	9.1K	Q291	68K	Q368	470K	Q447C
3.3	QP33	24	Q024	180	Q118	1.3K	Q213	10K	Q310	75K	Q375	510K	Q451C
3.6	QP36	27	Q027	200	Q120	1.5K	Q215	11K	Q311	82K	Q382	560K	Q456C
3.9	QP39	30	Q030	220	Q122	1.6K	Q216	12K	Q312	91K	Q391	620K	Q462C
4.3	QP43	33	Q033	240	Q124	1.8K	Q218	13K	Q313	100K	Q410	680K	Q468C
4.7	QP47	36	Q036	270	Q127	2K	Q220	15K	Q315	110K	Q411	750K	Q475C
5.1	QP51	39	Q039	300	Q130	2.2K	Q222	16K	Q316	120K	Q412	820K	Q482C
5.6	QP56	43	Q043	330	Q133	2.4K	Q224	18K	Q318	130K	Q413	910K	Q491C
6.2	QP62	47	Q047	360	Q136	2.7K	Q227	20K	Q320	150K	Q415	1M	Q510C
6.8	QP68	51	Q051	390	Q139	3K	Q230	22K	Q322				

Specifications

ECG Stock No.	Electrical @ 70°C				Mechanical (Inches/(mm))			
	Insulation Voltage Rating (Vrms)	Resistance Range (Ohms)	Standard Tolerance (%)	Temp Coefficient (PPM/°C)	Typ Body Length	Typ Body Diameter	Typ Lead Length	Typ Lead Diameter
QPXX 2/Pkg.	250	1.0 to 9.1	5	± 100	.360 (9.14)	.088 (2.24)	1.5 (38.1)	.025 (.63)
QXXX 4/Pkg.	250	10 to 300K	2	± 100	.225 (5.72)	.090 (2.29)	1.5 (38.1)	.025 (.63)
QXXXC 2/Pkg.	500	330K to 1M	2	± 100	.250 (6.35)	.090 (2.29)	1.5 (38.1)	.025 (.63)

Power Derating Curve

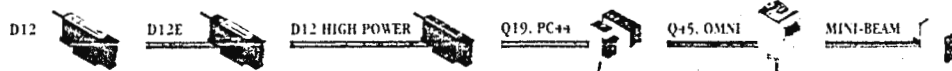


NAED No.	Description*	Type	Base	Isolated Wavelength (In.)	Stock No.	List	Each	Lamps Per Ship Case	Shp. Wt.		
SPECTRAL LAMPS											
• Use for monochromatic light source for laboratory work in physical or chemical research											
30977-3	Argon	93100	E27	—	6VR00-	\$196.64	\$177.00	4	0.2		
30985-6	Cadmium	93107	E27	12.8	6VR01-	334.63	301.25	4	0.2		
30997-1	Cadmium (Quartz)	93162	E27	16.4	6VR02-	322.41	290.25	4	0.2		
30983-1	Caesium	93105	E27	27.5	6VR03-	374.56	337.25	4	0.2		
30962-5	Helium	93096	E27	23.2	6VR04-	334.63	301.25	4	0.2		
30978-1	Krypton	93101	E27	—	6VR06+	195.24	175.75	4	0.2		
30987-2	Quartz Mercury (High Press)	93110	E27	12.5	6VR07+	289.72	260.75	4	0.2		
30990-6	Mercury (High Pressure)	93136	E27	15.9	6VR08+	333.25	300.00	4	0.2		
30986-4	Mercury (Low Pressure)	93109	E27	10.0	6VR09+	419.16	377.25	4	0.2		
30989-8	Quartz Mercury (Low Press)	93123	E27	15.9	6VR10+	236.64	213.00	4	0.2		
30991-4	Mercury (Cadmium-Zinc)	93145	E27	—	6VR11+	389.18	350.50	4	0.2		
30996-3	Quartz Mercury (Cadmium-Zinc)	93146	E27	—	6VR12+	366.62	330.00	4	0.2		
30974-0	Neon	93099	E27	—	6VR13+	195.24	175.75	4	0.2		
30982-3	Rubidium	93104	E27	—	6VR14+	374.56	337.25	4	0.2		
30988-0	Sodium	93122	E27	23.2	6VR15+	228.18	205.50	4	0.2		
30961-7	Sodium Polarimeter	4348	E14	23.2	6VR16+	296.99	267.50	4	0.2		
30981-5	Xenon	93102	E27	—	6VR17+	190.31	171.50	4	0.2		
30998-9	Zinc	103137	E27	18.6	6VR18+	362.28	326.25	4	0.2		
30984-9	Zinc	93106	E27	12.1	6VR19+	373.70	336.50	4	0.2		
NAED No.	Description*	Nominal Wattage	Nominal Current (Amps.)	Diameter (In.)	Nominal Length (In.)	Stock No.	List	Each	Lamps Per Ship Case	Shp. Wt.	
FLUORESCENT LAMPS WITH SUPER ACTINIC RADIATION†											
• Use for saltwater aquariums, diazo printing machines, treatment of jaundice in infants											
29747-3	TLD15W/03	15	0.55	1.0	17.6	6VR20+	\$12.11	\$10.90	25	0.2	
30800-7	TL20W/03	20	0.37	1.5	23.4	6VR21+	26.09	23.48	25	0.2	
32276-8	TL30W/03	30	0.43	1.5	36.0	2D020	16.18	14.56	30	0.2	
30805-6	TLD30W/03	30	0.84	1.0	17.6	6VR22+	12.11	10.90	25	0.2	
30801-5	TL40W/03	40	0.43	1.5	47.6	6VR24+	16.18	14.56	25	0.2	
30807-2	TLK40W/03	40	0.88	1.5	23.8	6VR25+	23.03	20.73	25	0.2	
30808-0	TL140W/03	140	1.33	1.5	58.5	6VR27+	37.25	33.55	25	1.6	
FLUORESCENT LAMPS WITH ACTINIC RADIATION†											
• Use for black light applications, special effects, detection, inspection, counterfeit bill detection											
30815-5	TL6W/05	6	0.16	0.6	9.0	6VR28+	14.38	12.94	240	0.1	
30817-1	TL40W/05	40	0.43	1.5	47.6	6VR32+	26.09	23.48	25	0.2	
30812-2	TLK40W/05	40	0.88	1.5	25.0	6VR33+	23.03	20.73	25	0.2	
30814-8	TL65-80W/05	65/80	0.67/0.88	1.5	58.5	6VR34+	29.43	26.50	25	1.4	
APERATURE FLUORESCENT LAMPS											
224782	TLA36D25/50 FA68	38	0.83	1.0	14.0	2D042+	28.96	26.10	25	0.2	
251322	TLA40D25/50 FA68	40	0.85	1.0	16.0	2D043+	43.32	39.00	25	0.2	
GERMICIDAL STERILAMP TUBES											
• Use for air, water, and solid sterilization											
NAED No.	Description*	Nominal Wattage(1)*	Diameter	Base	Ozone	Nominal Length (Inches)	Stock No.	List	Each	Lamps Per Ship Case	Shp. Wt.
HOT CATHODE											
29930-5	G8T5 (3)	8	T-5	Min. Pin	Negligible	12	6VR35	\$30.07	\$27.10	50	0.2
30864-3	G15T8 (3)	15	T-8	Med. Pin	Negligible	18	6VR36	30.56	27.50	6	0.2
30850-2	G30T8 (3)	30	T-8	Med. Pin	Negligible	36	6VR37	42.20	38.00	6	0.4
32512-6	PL-S9W/TUV	9	—	G23	Negligible	6½	2D014+	30.69	27.65	60	0.2
COLD CATHODE											
28807-6	782L-10 (5) (3)	12	T-5	Single Pin	Negligible	16½	6VR38+	72.81	65.55	12	0.2
20339-8	782H-10 (3)	12	T-5	Single Pin	High	16½	6VR39+	76.65	69.00	12	0.2
20340-6	782L-20 (3)	14	T-5	Single Pin	Negligible	26½	6VR40+	85.94	77.35	12	0.2
28884-5	782L-36 (3)	17	T-5	Single Pin	Negligible	36½	6VR41+	87.30	78.60	12	0.2
SLIMLINE											
21642-4	G10T5 12L (4) (3)	15	T-5 1/2	Single Pin	Negligible	16½	6VR43+	55.72	50.15	12	0.2
20344-8	G10T5 12H (4) (3)	15	T-5 1/2	Single Pin	High	16½	6VR44+	62.46	57.15	12	0.2
28888-6	G36T6L (2) (3)	39	T-6	Single Pin	Negligible	36½	6VR45+	70.21	63.20	12	0.2
28867-8	G36T6H (2) (3)	39	T-6	Single Pin	High	36½	6VR46+	85.71	77.15	12	0.2
28867-4	G37T6VH (3)	39	T-6	Single Pin	Very High	37	6VR47+	63.83	57.45	4	0.2

* For specialty lamp notes see page 996. † Excluded product: — U.V. ranges—super actinic, 380-480 nanometers 420 peak actinic, 300-400 nanometers 365 nm.

This Section Includes The Full Line of Philips Specialty Lamps.

Plastic Fiber Optic Assemblies: Diffuse Mode



Model	Part Number	Dimensions*	Sensors & Sensing Range
PBR1X326U Bifurcated, Rectangular Core Sizes 0.25 (.01") x 32 Unterminated	39987		
PBR51X326U Bifurcated, Rectangular Side View Core Sizes 0.25 (.01") x 32 Unterminated	39986		
PBT26U Bifurcated, Threaded Core Sizes 0.5 (.02") Unterminated	26080		
PBT415UHT1 Bifurcated, Threaded Core Sizes 1.0 (.04") Unterminated High Temperature 125°C (257°F)	42806		
PBT46TS Bifurcated, Threaded Core Sizes 1.0 (.04") Terminated Stainless Steel, D12	42807		
PBT+6U Bifurcated, Threaded Core Sizes 1.0 (.04") Unterminated	25967		
PBT+6UC Bifurcated, Threaded Core Sizes 1.0 (.04") Unterminated Coiled	26086		
PBT66U Bifurcated, Threaded Core Sizes 1.5 (.06") Unterminated	39982		

* All dimensions are in millimeters over nickel. Thread sizes are metric.



D12



D12E



D12 HIGH POWER



Q19, PC-14



Q45, OMNI



MINI-BEAM



Model	Part Number	Dimensions*	Sensors & Sensing Range
PIA16U Individual, Angled Core Size ϕ 0.25 (.01") Unterminated	26637		15 (0.6") 16.5 (0.6") 15 (1.5") - N/A 12.7 (0.5") 12.7 (0.5") 100mm
PIA26U Individual, Angled Core Size ϕ 0.5 (.02") Unterminated	25905		105 (2.0") 12 (2.8") 156 (6.1") - N/A 16 (0.6") 16 (0.6") 400mm
PIA26U Individual, Angled Threaded Core Size ϕ 0.5 (.02") Unterminated	28235		70 (2.8") 77 (3.0") 165 (6.5") - N/A 38 (1.5") 38 (1.5") 400mm
PIA26U Individual, Angled Threaded Core Size ϕ 1.0 (.04") Unterminated	27336		279 (11.0") 307 (12.1") 634 (25.0") 203 (8.0") 114 (4.5") 114 (4.5") 1000mm
PIF16U Individual, Ferrule Core Size ϕ 0.25 (.01") Unterminated	42821		15 (0.6") 18 (0.7") 38 (1.5") - N/A 12.7 (0.5") 12.7 (0.5") 100mm
PIF26U Individual, Ferrule Core Size ϕ 0.5 (.02") Unterminated	27367		76 (3.0") 84 (3.3") 178 (7.0") - N/A 38 (1.5") 38 (1.5") 400mm
PIF26UMLS Individual, Ferrule Core Size ϕ 0.5 (.02") 2.2 (.09") jacket Unterminated	39130		76 (3.0") 84 (3.3") 178 (7.0") - N/A 38 (1.5") 38 (1.5") 400mm
PIF46U Individual, Ferrule Core Size ϕ 1.0 (.04") Unterminated	26036		305 (12.0") 315 (12.4") 762 (30.0") 230 (9.1") 12" (5.0") 12" (5.0") 1000mm

*All dimensions are in millimeters over inches. Thread sizes are metric.

CURRENT LIMITING SUPPLEMENTARY PROTECTORS

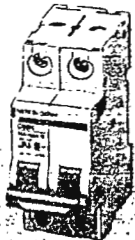
NEW ITEM ON THE

ELECTRIC
CONTROL AND
DISTRIBUTION

MERLIN GERIN



1-Pole



2-Pole

NEW LINE



E90509



LR80849

Multi-9 Circuit Breakers

- Available with several different instantaneous magnetic trip characteristics
- Mount on either side of DIN rail or panel mount with accessories below
- Rated 10,000 AIC at 240VAC
- Withstand 6000V impulse
- Suitable for reverse feed
- Line and load side box lug terminals (pressure plate type) suitable for use with multiple wires
- 1-25 amp models use #18 to #4 Cu wire; 32-63 amp models #18 to #2 Cu wire
- Rated for 20,000 operation cycles
- UL Listed and CSA Certified

MULTI-9 CIRCUIT BREAKER ORDERING DATA

Amps	No of Poles	AC Magnetic Trip Settings Low Trip	High Trip	Merlin Gerin Model	Stock No.	List	Each	Shpg. Wt.
1	1	3.2A	4.8A	MG24110	6B018	\$53.00	\$31.80	0.3
		7.0	10.0	MG24425	6B061	53.00	31.80	0.3
		10.0	14.0	MG24500	6B103	53.00	31.80	0.3
	2	3.2	4.8	MG24125	6B033	116.00	69.60	0.5
		7.0	10.0	MG24442	6B075	116.00	69.60	0.5
	3	7.0	10.0	MG24459	6B089	169.00	101.40	0.8
		10.0	14.0	MG24532	6B131	169.00	101.40	0.8
	4	3.2	4.8	MG24156	6B060	222.00	133.20	1.1
2	1	6.4	9.6	MG24111	6B019	53.00	31.80	0.3
		14.0	20.0	MG24426	6B062	53.00	31.80	0.3
		20.0	28.0	MG24501	6B104	53.00	31.80	0.3
	2	6.4	9.6	MG24126	6B034	116.00	69.60	0.5
		14.0	20.0	MG24443	6B076	116.00	69.60	0.5
		20.0	28.0	MG24517	6B117	116.00	69.60	0.5
	3	6.4	9.6	MG24141	6B048	135.00	81.00	0.8
		14.0	20.0	MG24460	6B090	169.00	101.40	0.8
3	1	9.6	14.4	MG24112	6B020	53.00	31.80	0.3
		21.0	30.0	MG24427	6B063	53.00	31.80	0.3
		30.0	42.0	MG24502	6B105	53.00	31.80	0.3
	2	9.6	14.4	MG24127	6B035	116.00	69.60	0.5
		21.0	30.0	MG24444	6B077	116.00	69.60	0.5
		30.0	42.0	MG24518	6B118	116.00	69.60	0.5
	3	9.6	14.4	MG24142	6B049	169.00	101.40	0.8
		21.0	30.0	MG24461	6B091	169.00	101.40	0.8
4	1	12.8	19.2	MG24113	6B021	53.00	31.80	0.3
		28.0	40.0	MG24428	6B064	53.00	31.80	0.3
		40.0	56.0	MG24503	6B106	53.00	31.80	0.3
	2	12.8	19.2	MG24128	6B036	116.00	69.60	0.5
		28.0	40.0	MG24445	6B078	116.00	69.60	0.5
		40.0	56.0	MG24519	6B119	116.00	69.60	0.5
	3	12.8	19.2	MG24143	6B050	169.00	101.40	0.8
		28.0	40.0	MG24462	6B092	169.00	101.40	0.8
6	1	19.2	28.8	MG24114	6B022	53.00	31.80	0.3
		42.0	60.0	MG24430	6B065	53.00	31.80	0.3
		60.0	84.0	MG24504	6B107	53.00	31.80	0.3
	2	19.2	28.8	MG24129	6B037	116.00	69.60	0.5
		42.0	60.0	MG24447	6B079	116.00	69.60	0.5
		60.0	84.0	MG24520	6B120	116.00	69.60	0.5
	3	19.2	28.8	MG24144	6B051	169.00	101.40	0.8
		42.0	60.0	MG24464	6B093	169.00	101.40	0.8
		60.0	84.0	MG24536	6B134	169.00	101.40	0.8

ACCESSORIES

No of Poles	Merlin Gerin Model	Stock No.	List	Each	Shpg. Wt.
Front Mounting Brackets Allow Face Plate Mounting					
1	MG26983	6B455	\$9.00	\$5.40	0.1
2	MG26984	6B456	9.00	5.40	0.1
3	MG26985	6B457	9.00	5.40	0.1

CONTINUED ON NEXT PAGE

NEW ITEM ON THIS PAGE

CONTROL POWER TRANSFORMERS

ELECTRIC
CONTROL AND
DISTRIBUTION

TYPE K TRANSFORMERS

- Designed to handle high inrushes associated with contactors and relays
- Copper wound, vacuum impregnated with solid polyester varnish
- 50/60 Hz
- 50-250VA models 55°C rise, 105°C temperature class
- 300-350VA models 80°C rise, 130°C temperature class
- 500-3000VA models 115°C rise, 180°C temperature class
- 100% tested in compliance with ANSI, CSA, and UL codes
- UL Listed and CSA Certified



SQUARE D

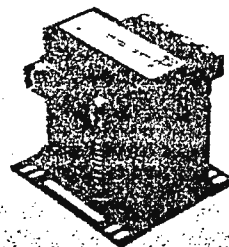


E61239

NEW LINE



LR37055



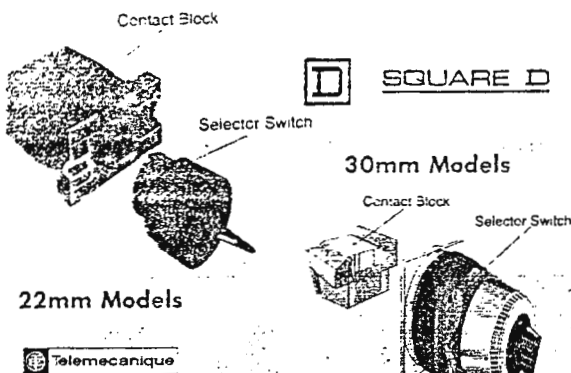
TYPE K TRANSFORMER SPECIFICATIONS AND ORDERING DATA

VA	Primary Voltage	Secondary Voltage	Dimensions L W H			Square D Model 9070 ...	Stock No.	List	Each	Shpg. Wt.
SINGLE PHASE										
50	240/480	120	2.50"	3.09"	2.58"	K50D1	1D616	\$33.50	\$26.80	2.5
	208	120				K50D3	1D609	39.20	31.40	2.5
	277	120				K50D4	1D608	39.20	31.40	2.5
	120	12/24	2.50	3.09	2.58	K50D13	1D615	38.90	31.15	2.5
	208	24				K50D14	1D614	38.90	31.15	2.5
	120/240	24				K50D23	1D610	38.90	31.15	2.5
	240/480	24				K50D2	1D612	38.90	31.15	2.5
75	240/480	120				K75D1	1D606	39.60	31.70	3.8
	120	12/24	2.81	3.34	2.89	K75D13	1D605	47.10	37.70	3.8
	120/240	24				K75D23	1D603	47.10	37.70	3.9
	240/480	24				K75D2	1D604	47.10	37.70	3.8
100	240/480	120				K100D1	1D642	44.50	35.60	3.8
	208	120				K100D3	1D636	47.50	38.00	3.9
	277	120				K100D4	1D635	47.50	38.00	3.8
	120	12/24	2.81	3.34	2.89	K100D13	1D641	52.00	41.60	3.8
	208	24				K100D14	1D640	52.00	41.60	3.9
	120/240	24				K100D23	1D637	52.00	41.60	3.9
	240/480	24				K100D2	1D638	52.00	41.60	3.9
150	240/480	120				K150D1	1D633	47.50	38.00	5.7
	277	120				K150D4	1D627	57.00	45.60	5.9
	120	12/24	3.13	3.59	3.20	K150D13	1D632	66.00	52.80	5.6
	120/240	24				K150D23	1D628	66.00	52.80	5.6
	240/480	24				K150D2	1D630	66.00	52.80	5.5
200	240/480	120	3.75	5.19	3.75	K200D1	1D625	59.00	47.20	8.2
250	240/480	120	3.75	5.19	3.75	K250D1	1D624	68.00	54.40	9.6
	120	12/24				K250D13	1D623	99.00	79.20	9.4
300	240/480	120	3.75	4.88	3.75	K300D1	1D621	76.00	60.80	8.3
	120	12/24				K300D13	1D620	104.00	83.20	8.3
350	240/480	120	3.75	5.31	3.75	K350D1	1D619	81.00	64.80	10.0
500	240/480	120	3.75	5.88	3.75	K500D1	1D618	100.00	80.00	12.0
	120	12/24				K500D13	1D617	136.00	108.80	13.0
750	240/480	120	4.38	5.56	4.38	K750D1	1D607	139.00	111.20	16.0
1000	240/480	120	4.38	6.50	4.38	K1000D1	1D643	169.00	135.20	21.0
1500	240/480	120	5.81	6.62	6.56	K1500D1	1D634	241.00	193.00	34.0
2000	240/480	120	5.81	6.94	6.56	K2000D1	1D626	293.00	234.50	39.0
3000	240/480	120	7.63	7.19	9.50	K3000D1	1D622	407.00	325.75	55.0
TYPE K MULTITAPS										
50	208/230/460	115	2.50	3.09	2.58	K50D20	1D611	54.00	43.20	3.8
150	208/230/460	115	3.13	3.59	3.20	K150D20	1D629	79.00	63.20	7.8

BUSSMANN FUSES AVAILABLE ON PAGES 456-485

PUSHBUTTON SELECTION GUIDE

**ELECTRIC
CONTROLS AND
DISTRIBUTION**



HOW TO BUILD A PUSHBUTTON

1. Select Style of Operator
 - 30mm Heavy-Duty or Corrosion Resistant Models Available
 - 22mm Chrome and Plastic Models Available
 - 16mm Oil, Water, and Dust Resistant and Corrosion Resistant
2. Select Type of Operator
 - Non-Illuminated
 - Illuminated
 - Pilot Lights
 - Selector Switches
3. Select Contact Block(s) Needed
 - Normally Open or Normally Closed
4. Select Operator Identification Nameplate or Legend (optional)
5. Select Enclosure for Type and Number of Operators Required (Optional)
 - Metallic and Plastic Available, See Page 395.

ACCESSORIES AVAILABLE ON PAGES 389 (22mm MODELS) AND 394 (30mm MODELS)

PRE-ASSEMBLED SELECTOR SWITCHES

22mm PLASTIC SELECTOR SWITCHES

No. of Positions	Operator Type	Switch Operation X = Closed/ON O = Open/OFF		Stock No.	List	Each	Shpg. Wt.
2	Standard Maintained Selector Switch						
		O	X	7A155	\$21.00	\$17.66	0.2
		X	O	7A156	21.00	17.66	0.2
3	Standard Maintained Selector Switch	X	O	7A160	28.50	23.97	0.2
		X	O	7A157	28.50	23.97	0.2
		O	X	7A158	36.00	30.30	0.3
3	Standard Maintained Selector Switch	O	X	7A159	43.50	36.60	0.4
		X	O				
		O	X				

30mm HEAVY-DUTY SELECTOR SWITCHES

2	Standard Maintained Selector Switch						
		O	X	7A161	40.20	33.85	0.4
3	Standard Maintained Selector Switch						
		X	O	7A162	40.00	33.85	0.4
		O	X	7A163	40.00	33.85	0.5
		X	O	7A164	49.20	41.40	0.5
4	Standard Maintained Selector Switch						
		O	X	7A165	49.20	41.40	0.5
		X	O	7A166	58.20	48.95	0.5

INDIVIDUAL PUSHBUTTON COMPONENTS ARE AVAILABLE ON THE FOLLOWING PAGES

NEW ITEM ON THIS PAGE

22mm, PLASTIC PUSHBUTTONS

ELECTRIC
CONTROL AND
DISTRIBUTION

SQUARE ILLUMINATED MOMENTARY PUSHBUTTON OPERATORS

Telemecanique

NEW LINE



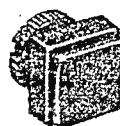
E39281



LR44087



Flush Pushbutton Head



Projecting Pushbutton Head

- Black plastic "Double-Insulated"
- No notch mounting, 22mm (7/8" hole)
- Rated NEMA Type 1, 2, 3, 4, 4X, 12K, 13
- UL Listed, CSA Certified. Meets VDE, IEC standards
- Order contact blocks separately on page 388

Description	Color	Telemecanique Model	Stock No.	List	Each	Shpg. Wt.
Flush Pushbutton Head	Green	ZA2 CW33	4B676	\$12.30	\$10.34	0.1
	Red	ZA2 CW34	4B677	12.30	10.34	0.1
	Yellow	ZA2 CW35	4B678	12.30	10.34	0.1
Projecting Pushbutton Head	Green	ZA2 CW13	4B673	12.30	10.34	0.1
	Red	ZA2 CW14	4B674	12.30	10.34	0.1
	Yellow	ZA2 CW15	4B675	12.30	10.34	0.1

SQUARE AND ROUND PILOT LIGHTS

Telemecanique

NEW LINE



E39281



LR44087



No. 4B670



No. 2A042

• Order light modules separately on page 388

- Black plastic "Double-Insulated"
- No notch mounting, 22mm (7/8" hole)
- Rated NEMA Type 1, 2, 3, 4, 4X, 12K, 13
- UL Listed, CSA Certified. Meets VDE, IEC standards

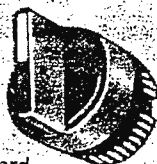
Description	Color	Telemecanique Model	Stock No.	List	Each	Shpg. Wt.
Square Pilot Lights	Green	ZA2 CV03	4B670	\$12.30	\$10.34	0.1
	Red	ZA2 CV04	4B671	12.30	10.34	0.1
	Amber	ZA2 CV05	4B672	12.30	10.34	0.1
Round Pilot Lights	Green	ZA2 BV03	2A042	3.50	2.94	0.1
	Red	ZA2 BV04	2A075	3.50	2.94	0.1
	Amber	ZA2 BV05	2A077	3.50	2.94	0.1

SELECTOR SWITCHES—PLASTIC

Telemecanique

NEW LINE

• Order contact blocks separately on page 388



Standard



Extended

2 Position Selector Switch

Contact Block Guide	L	R
1 NO (left or right)	0	1
1 NC (left or right)	1	0
1 NO and 1 NC	0	1
	1	0

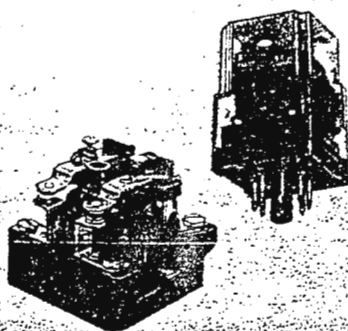
3 Position Selector Switch

Contact Block Guide	L	C	R
1 NO (left)	1	0	0
2 NC in series (side-by-side)	0	1	0
1 NO (right)	0	0	1
1 NC (right)	1	1	0
1 NC (left)	0	1	1
2 NO in parallel (side-by-side)	1	0	1

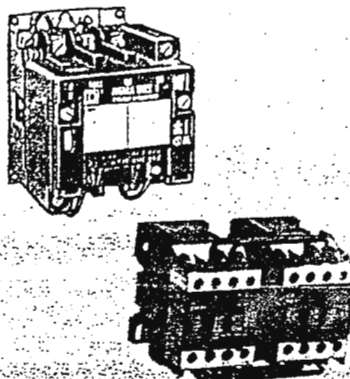
1 = Contact Closed 0 = Contact Open
View from front of panel
Order Contact Blocks on page 388

Type	No. of Positions	Telemecanique Model	Stock No.	List	Each	Shpg. Wt.
Standard	2-Maintained	ZA2 BD2	4B634	\$11.00	\$9.25	0.1
	3-Maintained	ZA2 BD3	4B635	11.00	9.25	0.1
	3-Spring return to Center from LT and RT	ZA2 BD5	4B636	13.50	11.35	0.1
Extended	2-Maintained	ZA2 BJ2	4B637	11.00	9.25	0.1
	3-Maintained	ZA2 BJ3	4B638	11.00	9.25	0.1
	3-Spring return to Center from LT and RT	ZA2 BJ5	4B639	13.50	11.35	0.1

RELAYS



CONTACTORS



MOTOR STARTERS



WHAT IS THE DIFFERENCE?

See Pages 423 and 431 For A More Detailed Description On NEMA and IEC Contactors And Motor Starters.

SPECIAL NOTE: Motor starters, contactors, and relays, like any switching device, have a finite life. Normal failure modes include contact sticking and improper operation. Any installation where property damage and/or personal injury could result, because the switch did not open or close, requires the installation of backup systems.

Relays (Decision Devices). Controls current flow in a circuit based on signals obtained from an information device. A change of information is utilized by relays to make a change in the action portion of the control circuit. In other words, a relay responds to signals from the information segment of the circuit to cause the proper change in the action segment.

General Purpose Relays are usually rated up to 10 amps and they are intended for control circuit applications.

Power Relays are usually rated up to 30 amps. They are intended for use on direct switching of small motors and heating applications that do not have a high cycle rate.

Mercury Displacement Relays are used for high current (power) applications. Usually used on process heating applications where a high cycle rate and quiet operation is required.

Contactors. A contactor does not provide overload protection. Contactors are used to electrically turn on or off high current, nonmotor loads or in motor circuits where overload protection is separately provided.

The contactor operates by applying a control voltage to the contactor coil. When the coil is energized, the movable contacts are closed against the stationary contacts, thus completing the circuit. The contactor is therefore used to supply and interrupt power to an electrical load.

NEMA Contactors. NEMA (National Electrical Manufacturers' Association) establishes product design standards and test specifications for these contactors. These contactors are capable of general jogging and reversing duty. NEMA contactors can be applied with limited application information.

IEC Contactors. IEC (International Electrotechnical Commission) publishes recommendations for certain product design parameters and laboratory test procedures. In general, IEC standards allow the contactor to have a smaller creepage path and a higher temperature rise than NEMA, which results in a smaller physical size. Also, when sizing an IEC contactor, knowing an application's duty cycle and jogging and reversing characteristics becomes important.

Definite Purpose Contactor. Similar in function to a general purpose contactor. However, they are lighter duty and often considered a throw away product when compared to an equivalent NEMA or IEC contactor. Used in HVAC, data and food processing equipment.

Interlock. A device which is actuated by the operation of some other device with which it is directly associated to govern succeeding operations of the same or allied devices. Interlocks may be either electrical or mechanical.

Motor Starters are action devices that start and stop motors and provide overload protection. There are three types:

Motor Starters. Standard starters include overload protection but they do not include a disconnection means or short circuit protection. Overload Relays sense excessive current flowing to a motor and protect the motor from overloads. If more current is flowing than the motor is designed to handle, the overload relay causes the motor to shut down.

The National Electric Code (NEC) requires that motor circuit protection must protect the branch circuit conductors, the motor starter, and the motor itself against overcurrent caused by short circuits or grounds.

The NEC also requires that if the motor starter is mounted out of sight of the motor, or more than 50 feet from the motor, some means of disconnecting the motor from the power source must be provided. The code does not specify how this is to be accomplished. One method is to use an individual starter with a separate fusible disconnect switch or a circuit breaker.

A more economical means of satisfying the NEC requirements for disconnecting the motor is to use a combination starter.

Combination Starters. A combination starter is a standard starter and a fused or nonfused switch or circuit breaker contained in the same enclosure. Because the devices are contained in the same enclosure, there are many advantages and cost savings to be realized.

Manual Starters. An ON/OFF switch that is operated by hand.

CONTINUED ON NEXT PAGE

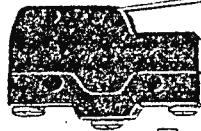
SNAP ACTION SWITCHES

OMRON

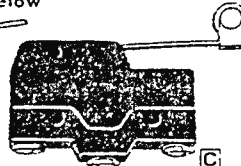
Functionally Interchangeable
with Unimax; See Guide Below



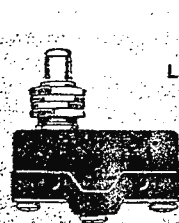
Pin Type
Actuator



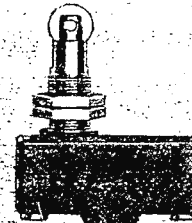
Lever Type
Actuator



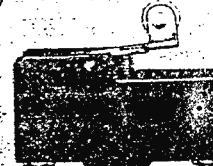
Roller Type
Actuator



Plunger Type
Actuator



Roller Plunger



Short Roller

LR21642

E32667

- Use for NO or NC circuits
- Screw terminals
- Mounting dimensions 1" center to center

BASIC PRECISION TYPES

- Use where maximum mechanical sensitivity is required
- Electrical ratings: 15 amp @ 125, 250 or 480VAC; 1/2 amp @ 125VDC; 1/4 amp @ 250VDC

HEAVY-DUTY PRECISION TYPES

- Use for control of heavy-duty electrical circuits including motor loads up to 2 HP and incandescent lamp loads up to 10 amps
- Electrical ratings: 1 HP @ 125VAC; 2 HP @ 250VAC; 20 amps @ 125, 250 or 480VAC; 10 amps @ 125VAC lamp load

TWO CIRCUIT BASIC TYPE

- Incorporates two completely independent built-in switches
- Use for switching two independent circuits operating on two voltages
- Interchangeable with Basic Precision and Heavy Duty Precision switches
- Electrical ratings: 10 amps @ 125 or 250VAC; 2 amps @ 480VAC; 1/2 amp @ 125VDC; 1/4 amp @ 250VDC; 1/8 HP @ 125VAC; 1/4 HP @ 250VAC

Key	Switch Type	Stock No.	Maximum Operating Force Range in Ounces	Minimum Release Force in Ounces	Max. Movement Differential in Inches	Maximum Pre-Travel in Inches	Minimum Over-Travel in Inches	Contact Gap in Inches
A	BASIC PRECISION SPDT SWITCH ACTION	6X283	8.8 to 12.3 oz	4.0 oz	0.002"	0.016"	0.005"	0.020"
B		6X284	2.5	0.5	0.050	0.394	0.220	0.020
C		6X285	3.5	0.8	0.040	0.280	0.157	0.020
D		6X286	8.8 to 12.3	4.0	0.002	0.016	0.217	0.020
E		2XC11	8.8 to 12.3	4.0	0.002	0.016	0.141	0.020
F		2XC12	5.6	1.5	0.020	0.106	0.094	0.020
A	HEAVY DUTY PRECISION SPDT SWITCH ACTION	6X287	14.1 to 22.0	10.1	0.008	0.051	0.010	0.020
B		6X289	2.5	0.5	0.094	0.626	0.157	0.020
C		6X290	3.2	0.5	0.087	0.472	0.084	0.020
D		6X288	14.1 to 22.0	10.1	0.008	0.051	0.220	0.020
E		2XC10	5.7	1.5	0.048	0.252	0.048	0.020
F								
A	TWO CIRCUIT DPDT SWITCH ACTION	6C916	20.11	2.01	0.07	0.01	0.02	0.020
B		6C917	6.00	0.99	1.00	0.06	0.16	0.020
F		6C918	14.11	3.00	0.41	0.04	0.09	0.020
C		6C919	7.51	1.48	0.65	0.05	0.13	0.020

SNAP ACTION SWITCH ORDERING DATA

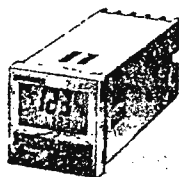
Type of Actuator		Overall Dimensions			Interchange Guide	Omron Model	Stock No.	List	Each	Shpg. Wt.
Key		L	W	D	Unimax					
BASIC PRECISION TYPE										
A	Pin	1.94"	0.69"	0.953"	2HB-5	Z15G-B7-K	6X283	\$4.74	\$4.50	0.1
B	Lever	1.94	0.69	1.16	2HBT-5	Z15GW-B7-K	6X284	6.14	5.83	0.1
C	Roller	1.94	0.69	1.16	2HBA-5	Z15GW2-B7-K	6X285	7.76	7.37	0.1
D	Plunger	1.94	0.69	1.88	2HBJ-5	Z15GQ-B7-K	6X286	9.92	9.42	0.1
E	Roller Plunger	1.94	0.69	2.33	2HBR5-5	Z15GQ22-B7-K	2XC11	13.88	13.19	0.1
F	Short Roller	1.94	0.69	1.65	2HBA190-5	Z15GW22-B7-K	2XC12	7.76	7.37	0.1
HEAVY-DUTY PRECISION TYPE (MOTOR RATED)										
A	Pin	1.94	0.69	0.953	2HL-5	A20G-B7-K	6X287	6.11	5.80	0.1
B	Lever	1.94	0.69	1.16	2HLT-5	A20GV-B7-K	6X289	6.36	6.04	0.1
C	Roller	1.94	0.69	1.16	2HLA-5	A20GV2-B7-K	6X290	7.98	7.58	0.1
D	Plunger	1.94	0.69	1.88	2HLJ-5	A20GQ-B7-K	6X288	10.67	10.14	0.1
F	Short Roller	1.94	0.69	1.19	2HLA2-5	A20GV22-B7-K	2XC10	7.98	7.58	0.1
TWO CIRCUIT BASIC TYPE										
A	Pin	1.94	0.69	0.89	—	DZ-10G-1B6	6C916	26.98	25.65	0.1
B	Lever	1.94	0.69	0.89	—	DZ-10GW-1B6	6C917	28.43	27.05	0.1
F	Short Roller	1.94	0.69	0.89	—	DZ-10GW22-1B6	6C918	29.49	28.05	0.1
C	Roller	1.94	0.69	0.89	—	DZ-10GW2-1B6	6C919	29.49	28.05	0.1

SNAP ACTION SWITCH ACCESSORIES

Description	Material	Mounting Method	Omron Model	Stock No.	List	Each	Shpg. Wt.
Dust proof terminal enclosure fits Basic Precision Type (Z Series above)	Polyvinyl Chloride	Side	AP-Z	6C920	\$2.33	\$2.21	0.1

PREDETERMINING AND ELECTRONIC RESETTABLE COUNTERS

**ELECTRIC
CONTROL AND
DISTRIBUTION**



OMRON
H7CR Series



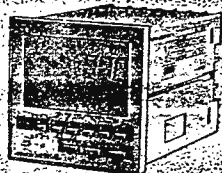
LR22310

- Preset counter with single set point fits 1.16 DIN size cutouts
- Backlit LCD display
- Remote electrical signal or manual reset

- All units have a nonvoltage (dry contact) type input
- Includes lithium battery; not replaceable
- Memory protection and selectable operating modes including sustained and one-shot outputs
- Prescaling range of 0.001 to 99.999
- Counter provides 12VDC power source for external sensors except No. 6C859
- Panel mounting adapter included
- Dimensions: 4 3/8" L x 1 7/8" W x 1 1/8" D

ELECTRONIC COUNTER SPECIFICATION AND ORDERING DATA

Type	No. of Digits	No. of Operating Modes	Counts	Supply Voltage 50/60 Hz	Switch Rating (Output)	Omron Model	Stock No.	List	Each	Shpg. Wt.
Economy	6	2	30/sec; 1 or 5 K/sec	100-240VAC	3A, SPST-NO, 250VAC	H7CR-A-AC100-240	6C859	\$145.00	\$143.55	0.6
Standard	6	8	30/sec; 1 or 5 K/sec	100-240VAC	3A, SPST-NO, 250VAC	H7CR-B-AC100-240	1XC74	181.00	179.25	0.6
Standard	6	8	30/sec; 1 or 5 K/sec	24VAC	3A, SPST-NO, 250VAC	H7CR-B-AC24	6C861	181.00	179.25	0.5
Reversible	6 pos 5 neg	4	30/sec; 1 or 5 K/sec	100-240VAC	3A, SPST-NO, 250VAC	H7CR-C-AC100-240	6C860	224.00	222.00	0.6



OMRON



LR22310

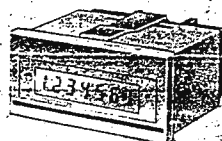
- Remote electrical signal or manual reset
- 12 or 24VDC selectable sensor power supply
- Compact 2.83 inch (72 mm) square size
- Single preset type
- Backlit LCD display
- Contact and transistor (NPN) outputs

- No. 6C857 has batch counting function and automatic reset with 8 selectable operating modes
- No. 6C858 provides large/small discrimination mode with 4 selectable operating modes
- Includes lithium battery; not replaceable
- Rescale function allows counting of lengths or volumes
- Key protected programming
- Nonvoltage (dry contact) input
- Dimensions: 2.83L x 2.83W x 4.17"D

ELECTRONIC COUNTER SPECIFICATION AND ORDERING DATA

Type	No. of Digits	Counts Per Second	Supply Voltage 50/60 Hz	Switch Rating (Output)	Omron Model	Stock No.	List	Each	Shpg. Wt.
Standard Preset	6	30/sec; 1.5 or 10 K/sec	100 to 240VAC	Contact type: 3A @ 250VAC, SPST-NO Transistor type: 100mA @ 30VDC, NPN	H7BR-B-AC100-240	6C857	\$290.00	\$287.25	1.0
Reversible Preset	6	30/sec; 1.5 or 10 K/sec	100 to 240VAC	Contact type: 3A @ 250VAC, SPST-NO Transistor type: 100mA @ 30VDC, NPN	H7BR-C-AC100-240	6C858	368.00	364.50	1.0

Miniature
Totalizer



OMRON

- No external power supply required
- Subminiature type (DIN—sized 48 x 24 mm)

- Improved noise immunity
- Screw terminals
- Includes 3V lithium battery; not replaceable
- DC voltage and no-voltage inputs
- LCD display
- Minimum battery life 6 years
- Molded plastic housing

ELECTRONIC COUNTER SPECIFICATIONS AND ORDERING DATA

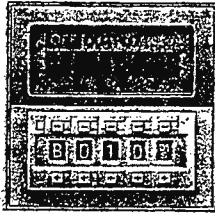
Reset Type	No. of Digits	Counts Per Second	Count Input	L	Dimensions W	O	Omron Model	Stock No.	List	Each	Shpg. Wt.
Remote Signal	6	1000	0-30VDC	1.89"	0.94"	1.93"	H7EC-BVM	6C855	\$45.00	\$44.55	0.2
Manual	6	30	No-Voltage	1.89	0.94	1.93	H7EC-BLM	2A540	45.00	44.55	0.2
Remote Signal	7	30	No-Voltage	1.89	0.94	1.93	H7EC-BL	2A539	44.00	43.60	0.2

LET US SUPPLY YOUR COMMUNICATIONS EQUIPMENT

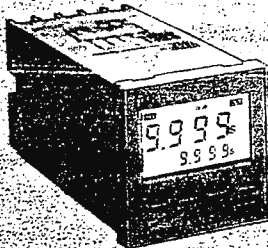
Need a telephone that doesn't tie you down to a desk but goes where you go? Try one of our portable cordless extension phones. Operate up to 1000 feet from base unit. Need office-to-warehouse communications? Add the easy-to-install 3M Intracom that provides point-to-

point, internal-external communications. Need someone to answer your phone when you're out of the office? Try one of our automatic telephone answering systems. Intercoms, paging speakers, telephone accessories, and more—you'll find them all in this catalog.

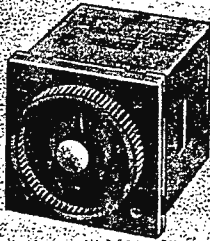
TIME DELAY RELAYS



Universal Timer



Multifunction Digital Timer



Repeat Cycle Timer

No. 2A179 REPEAT CYCLE TIMER

- Analog-set timer
- Timing range: 0.05 sec to 100 hours
- Independent ON and OFF time periods
- Repeat accuracy: $\pm 0.3\%$; Reset time: 0.1 sec
- Timing range: 1.2 sec. to 300 hrs.
- DPDT contact rated at 5A, 250 VAC, resistive
- Fits 8 pin, octal socket No. 5X852—order on page 586



No. 1A983 UNIVERSAL TIMER

- Universal AC/DC power supply
- Timing range: 0.1 sec to 9990 hours
- Repeat accuracy: $\pm 0.3\%$; Reset time: 0.5 sec
- SPDT contact rated at 3A, 250 VAC, resistive
- Offers gate, reset, start, and check inputs (no-voltage contact)
- Fits 11 pin, octal socket No. 6X156—order on page 586
- Functions: ON Delay, Signal OFF Delay I and II, Interval, Repeat Cycle, Cycle One Shot, Signal Interval/OFF Delay, and Signal ON Delay/OFF Delay; see description of timing functions on page 566

RELAY SPECIFICATIONS AND ORDERING DATA

Function	Input Voltage (50/60 Hz)	Dimensions L W D	Omron Model	Stock No.	List	Each	Shpg. Wt.
Universal	24 to 240 VAC 12 to 240 VDC	1.9" 1.9" 3.5"	H3CA-A	1A983	\$86.00	\$85.14	0.4

No. 6C760 MULTIFUNCTION DIGITAL TIMER

- Timing range: 0.0001 sec to 9999 hours
- LCD alphanumeric display
- Nine functions: ON Delay, Signal ON Delay, Power ON Delay, Power ON Delay/Non Power resettable, Repeat Cycle, Repeat Cycle/Non-power reset table, OFF-Delay, One-shot, Cumulative Signal ON-Delay
- Selectable elapsed time (6) and time remaining (DOWN) display
- Panel mounting hardware included
- SPDT contact rated at 5A, 250 VAC

RELAY SPECIFICATIONS AND ORDERING DATA

Function	Input Voltage (50/60 Hz)	Dimensions L W D	Omron Model	Stock No.	List	Each	Shpg. Wt.
Multi-function	100 to 240 VAC	1.9" 1.9" 2.52"	H5CR-B-AC100-240	6C760	\$127.00	\$125.75	0.4

Nos. 6C758 & 2A180 ON-DELAY/INTERVAL CYCLE TIMERS

- Analog-set timer
- Timing range: 0.05 sec to 300 hours
- Repeat accuracy: $\pm 0.3\%$; Reset time: 0.1 sec
- DPDT contact rated at 5A, 250 VAC, resistive
- Dual function selectable either on-delay or interval cycle
- Fits 8 pin, octal socket No. 5X852—order on page 586

Nos. 6C759 & 2A436 POWER OFF DELAY TIMERS

- Analog set timer
- No. 6C759 time range: 0.05 to 12 sec. min. power-on time 0.1 sec.
- No. 2A436 time range: 0.05 to 12 minutes power-on time 2 sec.
- Starts timing when power goes off to protect equipment and processes
- Repeat accuracy: $\pm 0.3\%$; Reset time: 0.1 sec
- DPDT contact rated at 5A, 250 VAC, resistive
- Fits 8 pin octal socket No. 5X852—order on page 586

RELAY SPECIFICATIONS AND ORDERING DATA

Function	Input Voltage (50/60 Hz)	Dimensions H W L	Omron Model	Stock No.	List	Each	Shpg. Wt.
Repeat Cycle	100 to 240 VAC	1.9" 1.9" 3.3"	H3CR-F8-300AC100-240	2A179	\$62.00	\$61.40	0.5
On Delay/Interval Cycle	24 VAC/VDC 100 to 240 VAC	1.9 1.9 3.2	H3CR-A8AC DC24 H3CR-A8AC100-240	6C758 2A180	53.00 54.00	52.50 53.50	0.5
Power Off Delay	100 to 120 VAC 100 to 120 VAC	1.9 1.9 3.7	H3BH-8-AC120S H3BH-8-AC120M	6C759 2A436	60.00 60.00	59.40	0.5

No. 4A478. Adapter for Flush Mounting. Omron brand (Y92F-30). Shpg. wt. 0.1 lbs. List \$4.55. Each \$4.50

Cross References • Selection Guides • Terminology & Technical Data—See Page 3168

GENERAL PURPOSE RELAYS

ELECTRIC CONTROL AND DISTRIBUTION



UL
E40944



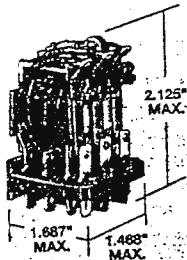
LR15734

FEATURES

- Silver alloy contacts
- Compatible with relay sockets on page 586
- Clear plastic covers on enclosed models for inspection of contacts
- Plug-in termination
- Relays rated at 50/60 Hz

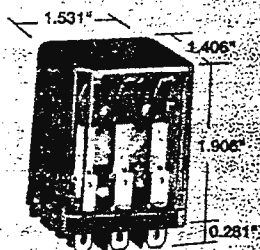
APPLICATIONS

- Starting or switching small motors, vending machines, power supplies, machine tools, elevator systems, control panels, and more



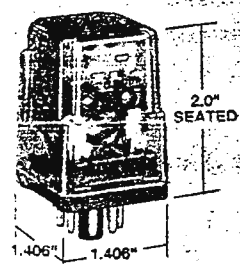
OPEN, SQUARE BASE MODELS

No. of Mounting Pins	Form	Contact Load Ratings @ 120VAC				Coil Ratings @ 60 Hz	Use with Socket*	Stock No.	List	Each	Shpg. Wt.
		Operating Current R#	HP @ VAC I#	120	240						
5	SPDT	13A	13A	1/3	1/2	24VAC	5X853, 5X854, 4A161, 1A247	5X813	\$10.00	\$8.50	0.2
		13	13	1/3	1/2	120VAC		5X814	10.00	8.50	0.2
		13	13	1/3	1/2	240VAC		5X815	10.00	8.50	0.2
8	DPDT	12	12	1/3	1/2	24VAC		5X817	12.50	10.63	0.2
		12	12	1/3	1/2	120VAC		5X818	12.50	10.63	0.2
		12	12	1/3	1/2	240VAC		5X819	12.50	10.63	0.2
11	3PDT	11	11	1/3	1/2	24VAC		5X820	14.00	11.90	0.2
		11	11	1/3	1/2	120VAC		5X821	14.00	11.90	0.2



ENCLOSED, SQUARE BASE MODELS

No. of Mounting Pins	Form	Contact Load Ratings @ 120VAC				Coil Ratings @ 60 Hz	Use with Socket*	Stock No.	List	Each	Shpg. Wt.
		Operating Current R#	HP @ VAC I#	120	240						
5	SPDT	13A	13A	1/3	1/2	24VAC	5X853, 5X854, 4A161, 1A247	5X834	\$10.70	\$9.10	0.2
		13	13	1/3	1/2	120VAC		5X835	10.70	9.10	0.2
		13	13	1/3	1/2	240VAC		5X836	10.70	9.10	0.2
8	DPDT	12	12	1/3	1/2	12VDC		1A486	11.40	9.69	0.2
		12	12	1/3	1/2	24VDC		1A487	11.40	9.69	0.2
		12	12	1/3	1/2	24VAC		5X837	12.00	10.20	0.2
		12	12	1/3	1/2	120VAC		5X838	12.00	10.20	0.2
		12	12	1/3	1/2	240VAC		5X839	12.00	10.20	0.2
11	3PDT	11	11	1/3	1/2	24VDC		1A488	13.10	11.14	0.2
		11	11	1/3	1/2	24VAC		5X840	13.40	11.39	0.2
		11	11	1/3	1/2	120VAC		5X841	13.40	11.39	0.2
		11	11	1/3	1/2	240VAC		5X842	13.40	11.39	0.2



ENCLOSED, OCTAL BASE MODELS

No. of Mounting Pins	Form	Contact Load Ratings @ 120VAC				Coil Ratings @ 60 Hz	Use with Socket*	Stock No.	List	Each	Shpg. Wt.
		Operating Current R#	HP @ VAC I#	120	240						
8	SPDT	12A	1/3	1/2		12VAC	5X852	5X822	\$15.30	\$13.43	0.2
		12	1/3	1/2		24VAC		5X823	15.80	13.43	0.2
		12	1/3	1/2		115VAC		5X824	15.80	13.43	0.2
8	DPDT	12	1/3	1/2		12VDC		1A484	16.65	14.15	0.2
		12	1/3	1/2		24VDC		1A485	16.65	14.15	0.2
		12	1/3	1/2		12VAC		5X825	16.65	14.15	0.2
		12	1/3	1/2		24VAC		5X826	16.65	14.15	0.2
		12	1/3	1/2		120VAC		5X827	16.65	14.15	0.2
		12	1/3	1/2		240VAC		3X740	16.65	14.15	0.2
11	3PDT	10	1/3	1/2		24VAC	6X156	3X741	19.25	16.36	0.2
		10	1/3	1/2		120VAC		3X742	19.25	16.36	0.2

(*) at 0.8 power factor. (R) = Resistive, I = Inductive. (*) Order sockets on page 586

DAYTON RELAY CROSS REFERENCE ON PAGE 584



UL RECOGNITION and CSA CERTIFICATION

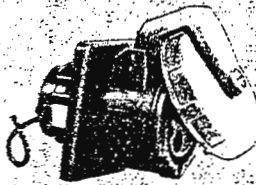


With few exceptions, electric motors listed in this catalog are recognized by UL for construction under the Motor Component Recognition Program and are CSA

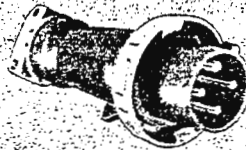
certified. UL file number and CSA certification are noted in the individual motor listings.

ELECTRICAL SUPPLIES

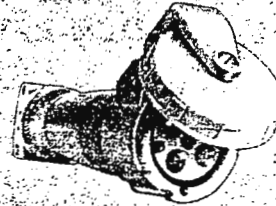
PIN AND SLEEVE DEVICES



Receptacle



Plug



Connector



Back Box

APPLICATIONS

- Factories, offices, institutions, convention centers, restaurants, construction sites, water treatment facilities, boat yards, and agricultural environments
- Used for heavy equipment, computers, welders, temporary power, tools, food preparation and processing equipment motors, pumps and commercial fishing vessels

LISTINGS & APPROVALS

- All devices are built to IEC 309 standards
- UL Listed and CSA Certified

FEATURES & BENEFITS

- All devices are singly rated by amper-

age and voltage with a distinct non-interchangeable configuration for each rating

- Color coded by voltage for quicker identification of mating devices
- Supertough nylon housing provides corrosion protection and impact resistance
- Gasketed locking ring and spring loaded cover provide a dust proof, watertight seal between plug/connector
- Neoprene sealing glands give a reliable watertight seal at cable entry point of plugs and connectors
- Heavy duty cable grips handle a wide range of cable sizes and prevent strain on terminals

- Thermoset polyester contact carrier resists arcing and internal heat build-up

- Dependable solid pins provide long life, reliable electrical contact, maximum conductivity

- Self-adjusting sleeves with beryllium copper insert springs provide constant contact pressure and a wiping action for minimum temperature rise, a tight fit and easy insertion

- Box terminals permit high clamping pressure on conductors without damaging strands

- Shroud protects pins against impact and abuse

Type	Rating	Configuration Recept/Conn	Plug	Color	Description	Hubbell Model	Stock No.	List	Each	Shpg. Wt.
2 Pole 3 Wire	20A 125V			Yellow Yellow Yellow	Receptacle Connector Body Plug	320R4W 320C4W 320P4W	5Z930 5Z932 5Z931	\$87.62 124.29 111.95	\$70.25 99.60 89.70	1.0 1.2 0.9
	20A 250V			Blue Blue Blue	Receptacle Connector Body Plug	320R6W 320C6W 320P6W	5Z933 5Z935 5Z934	91.08 126.71 114.14	73.00 101.50 91.45	1.0 1.2 0.9
	30A 250V			Blue Blue Blue	Receptacle Connector Body Plug	330R6W 330C6W 330P6W	6C150 6C149 6C148	142.85 202.66 166.83	114.45 162.50 133.65	1.3 2.5 1.5
	60A 250V			Blue Blue Blue	Receptacle Connector Body Plug	360R6W 360C6W 360P6W	3D122 3D120 3D121	258.91 334.09 279.89	207.50 267.75 224.25	2.5 3.0 2.2
	100A 250V			Blue Blue Blue	Receptacle Connector Body Plug	3100R6W 3100C6W 3100P6W	5Z922 5Z924 5Z923	326.60 466.75 393.89	261.75 374.00 315.75	3.9 5.0 3.8
	20A 125/250V			Orange Orange Orange	Receptacle Connector Body Plug	420R12W 420C12W 420P12W	3D139 6C151 6C152	123.83 141.58 120.60	99.20 113.45 96.60	1.1 1.3 1.0
	20A 3Ph 250V			Blue Blue Blue	Receptacle Connector Body Plug	420R9W 420C9W 420P9W	3D141 3D136 3D138	123.83 141.58 120.60	99.20 113.45 96.60	1.1 1.3 1.0
	20A 3Ph 480V			Red Red Red	Receptacle Connector Body Plug	420R7W 420C7W 420P7W	6C126 5Z936 6C125	123.83 141.58 120.60	99.20 113.45 96.60	1.1 1.3 1.0
	20A 3Ph 600V			Black Black Black	Receptacle Connector Body Plug	420R5W 420C5W 420P5W	3D140 3D135 3D137	146.27 167.25 142.46	117.15 133.95 114.10	1.1 1.3 1.0
	30A 125/250V			Orange Orange Orange	Receptacle Connector Body Plug	430R12W 430C12W 430P12W	3D151 3D144 3D149	152.88 188.86 181.13	122.50 151.50 145.10	1.4 1.5 1.5
3 Pole 4 Wire	30A 3Ph 250V			Blue Blue Blue Blue	Receptacle Connector Body Plug Inlet	430R9W 430C9W 430P9W 430R9W	5Z937 5Z939 5Z938 3D143	152.88 185.86 181.13 218.73	122.50 151.50 145.10 175.25	1.4 1.5 1.5 1.0
	30A 3Ph 480V			Red Red Red	Receptacle Connector Body Plug	430R7W 430C7W 430P7W	5Z940 5Z942 5Z941	152.88 188.86 181.13	122.50 151.50 145.10	1.4 1.5 1.5
	30A 3Ph 600V			Black Black Black	Receptacle Connector Body Plug	430R5W 430C5W 430P5W	3D152 3D145 3D150	152.88 223.09 213.97	122.50 178.75 171.50	1.4 1.5 1.5

CONTINUED ON NEXT PAGE

SOLENOID VALVES

HOW TO ORDER SOLENOID VALVES

The selection of a solenoid valve for a particular control application requires the following information:

- Fluid to be controlled
- Capacity required (GPM or CFM)
- Maximum operating pressure differential (MOPD)
- Minimum operating pressure differential
- Electrical characteristics (power source available)
- Safe working pressure required (maximum system pressure)
- Environmental conditions

DESCRIPTION

Solenoid valves bodies are of packless construction, provide shut-off in systems controlling the flow of water, air, and steam. Not for use in explosive atmospheres. Rated in accordance with standards sanctioned by the Fluid Control Institute, Inc. and the National Fluid Power Association (NFPA). Valves are spring loaded and can be mounted in any position. All units have 400 stainless steel plungers with 300 stainless steel enclosing tubes.

SOLENOID TYPES AVAILABLE

General Purpose Types with Buna N discs and gaskets available in 2 or 3 way types, normally open or closed, with brass or stainless steel bodies.

Low Pressure Steam Types with ethylene propylene discs and gaskets available in 2 way, normally closed brass bodies.

High Pressure Steam Types with Teflon reinforced discs and ethylene propylene gaskets available in 2 way, normally closed brass bodies. Note: some leakage can be expected with both air and water.

400 Stainless Steel Valve Bodies available with or without adjustable metering. Adjustable metering provides for varying flow applications such as carwash detergent dispensing systems.

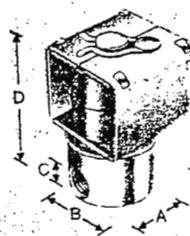
MAXIMUM OPERATING PRESSURE DIFFERENTIAL (MOPD)

The solenoid valve selected must have a (MOPD) rating equal to or greater than the maximum possible differential against which the valve must open.

MINIMUM OPERATING PRESSURE DIFFERENTIAL

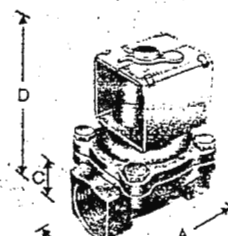
The minimum pressure difference (differential) between the inlet and outlet sides of the valve required for the valve to open consistently.

Note: Maximum suggested cycling rate is 10 times per minute.

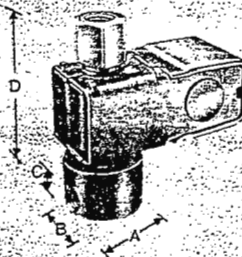


A 2-Way NC Round Body

Shown with Coils
—order Coils
separately on page 597



B 2-Way NC Forged Body



C 3-Way NC/NO Round Universal Body



Manufacturer Cross Reference on page 596

ORDER COILS SEPARATELY ON PAGE 597



DIMENSIONS

Stock No.	A Length	B Width	C Center Line Pipe to Base	D Height	Stock No.	A Length	B Width	C Center Line Pipe to Base	D Height	Stock No.	A Length	B Width	C Center Line Pipe to Base	D Height
1A574	1 1/16"	N/A	1/4"	2 3/4"	2A202	5 1/4"	3 3/4"	1 1/2"	6 3/32"	4A688	1 3/16"	1 3/4"	1/4"	2 3/4"
1A575	1 1/2"	N/A	5/16"	2 7/8"	3A422	1 13/16"	1 13/16"	1/4"	2 3/4"	4A689	1 3/16"	1 3/4"	1/4"	2 3/4"
1A576	2 3/4"	2 3/4"	5/16"	3 1/2"	3A423	1 13/16"	1 13/16"	1/4"	2 3/4"	4A690	1 3/16"	1 3/4"	1/4"	2 3/4"
1A577	2 3/4"	2 3/4"	5/16"	3 1/2"	3A424	1 1/2"	1 1/2"	5/16"	4"	4A691	1 1/2"	1 1/2"	5/16"	2 7/8"
1A578	2 13/16"	2 3/4"	1 1/4"	3 3/4"	3A425	1 1/2"	1 1/2"	5/16"	2 7/8"	4A692	1 1/2"	1 1/2"	5/16"	2 7/8"
1A579	4 3/32"	4 3/8"	1 1/2"	4 1/32"	3A426	1 1/2"	1 1/2"	5/16"	4"	4A693	1 1/2"	1 1/2"	5/16"	2 7/8"
1A580	4 9/16"	3"	1 1/2"	5 25/32"	3A427	1 1/2"	1 1/2"	5/16"	4"	4A694	2 3/4"	2 5/8"	5/16"	3 1/2"
1A581	5 1/4"	3 3/4"	1 1/2"	6 3/32"	3A428	1 1/2"	1 1/2"	5/16"	4"	4A695	4 3/32"	4 5/8"	2 7/32"	4 1/32"
1A582	2 3/4"	2 5/8"	5/16"	3 1/2"	3A429	1 1/2"	1 1/2"	5/16"	4"	4A696	2 13/16"	2 5/8"	5/16"	3 1/4"
1A583	2 13/16"	2 5/8"	1 1/16"	3 3/4"	3A430	1 1/2"	1 1/2"	5/16"	4"	4A697	2 3/4"	2 5/8"	5/16"	3 1/8"
2A194	4"	1 1/2"	1 1/32"	4"	3A431	1 1/2"	1 1/2"	5/16"	2 7/8"	4A698	2 3/8"	1 3/8"	5/16"	3 1/8"
2A195	1 1/2"	1 1/2"	5/16"	2 7/8"	3A432	1 1/2"	1 1/2"	5/16"	2 7/8"	4A700	2 1/2"	1 3/8"	5/16"	3 1/8"
2A196	1 1/2"	1 1/2"	5/16"	2 7/8"	3A433	2 3/8"	1 3/8"	5/16"	3 1/2"	4A701	2 1/2"	1 3/8"	5/16"	3 1/8"
2A197	1 1/2"	1 1/2"	5/16"	2 7/8"	3A434	2 3/8"	2 1/8"	5/16"	3 1/2"	4A702	2 1/2"	1 3/8"	5/16"	3 1/8"
2A198	2 1/2"	1 3/8"	7/16"	4 3/16"	3A435	2 1/2"	1 3/8"	5/16"	4 3/16"	4A703	1 1/2"	1 1/2"	5/16"	4"
2A199	3 3/4"	2 1/16"	1 1/16"	4 3/4"	3A436	2 13/16"	2 5/8"	1 1/16"	3 3/4"	4A704	1 1/2"	1 1/2"	5/16"	4"
2A200	4 1/16"	2 5/8"	1 3/16"	5 1/16"	3A437	3 3/4"	2 1/8"	1 1/2"	4 3/4"	4A715	2 3/8"	1 3/8"	5/16"	3 5/8"
2A201	4 1/16"	3"	1 1/32"	5 25/32"	3A438	4 1/16"	2 3/8"	1 1/2"	5 1/16"	4A716	2 3/4"	2 1/8"	5/16"	3 5/8"

GASKET TYPE APPLICATION INFORMATION

GASKET MATERIAL	DIAPHRAGM MATERIAL	APPLICATIONS
Buna N	Buna N	Air and Water
Ethylene Propylene	Ethylene Propylene	Hot water and low pressure steam.
Teflon Reinforced Teflon	Teflon Reinforced Teflon	Excellent resistance to heat for steam applications. Product application limitations govern usage of Teflon.

REFER TO THE CHEMICAL RESISTANCE CHART LOCATED IN THE TERMINOLOGY SELECTION GUIDES SECTION OF THIS CATALOG OR CONTACT OUR TECHNICAL SUPPORT DEPARTMENT FOR ADDITIONAL ASSISTANCE.

CONTINUED ON NEXT PAGE

EPOXY-ENCAPSULATED, NAVAL BRONZE SALTWATER, AND UTILITY PUMPS

**PUMPS:
SALTWATER**

EPOXY-ENCAPSULATED MAGNETIC DRIVEN SALTWATER PUMP

- Specifically designed to be saltwater compatible
- For submerged or in-line use
- UL Listed (E134976); CSA Certified (LR19315)

Description: Compact, corrosion resistant sealed pump may be used for submerged or in-line applications. Suitable for mild chemicals at moderate temperatures. Pumps handle fruit juices, mild acids and mild alkalis plus saltwater. For liquids from 32 to 150°F and Ph ranges from 5 to 9. For use with nonflammable liquids compatible with pump component materials. 1/2" ID hose inlet and outlet. 3/8"H x 4 1/8"L x 3 3/8"W.

Construction: Epoxy-encapsulated motor

housing. Removable volutes for easy cleaning. Includes 2 volutes: one standard screened volute is mounted to pump; one converts pump to an in-line intake (included). 1/2" OD connections. Pumps supplied with 18/3, 6 ft SJT cord with 3-prong plug.

Glass filled polypropylene pump heads, ceramic magnet and spindle shaft, Rulon J thrust washers, nitrile O-ring, 316 stainless steel hardware.

No. 2P875. Shpg. wt. 3.0 lbs. List ..\$82.62.
Each\$70.20

GPH at Total Feet of Head				
1 Ft	2 Ft	3 Ft	4 Ft	5 Ft
150	130	103	66	Shut-off



E134976 LR19315



No. 2P875

1/8 HP NAVAL BRONZE STRAIGHT CENTRIFUGAL PUMP

Description: Straight centrifugal low pressure pump with semi-open impeller designed for saltwater recirculating and wash down applications in aquaculture and general marine settings. Pump sized for saltwater (specific gravity 1.03). For use with nonflammable liquids compatible with pump component materials. Temperature range 40 to 160°F. Includes On/Off switch and line cord.

Construction: Pull-from-the-rear design with O-ring seal. Internal and external seal wash capability. Front drain plug. Permanently lubricated sealed bearings. 3/4" Suction x 1/2" NPT discharge ports. Overall dimensions: 10 1/8"L x 8"W x 5 1/2"H.

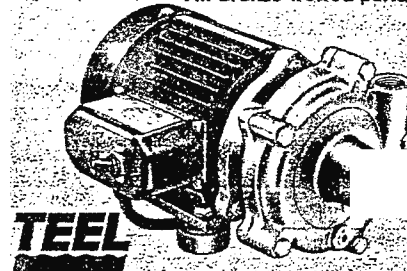
Naval bronze casing, adapter, and impeller. Stainless steel hardware. Mechanical seal has stainless steel and Buna N parts. Ceramic seat.

Driver: Totally enclosed fan cooled (TEFC) 1/8 HP capacitor start induction motor with ball bearings, splash protected, 4-pole, 1800 RPM, 115V. Stainless steel shaft. Standard plug/cord end.

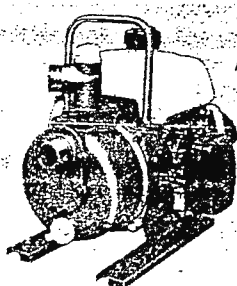
No. 3P736. Shpg. wt. 21.0 lbs. List \$191.00.
Each\$181.75

GPH AT TOTAL FEET OF HEAD						
2 Ft	4 Ft	6 Ft	8 Ft	10 Ft	12 Ft	15 Ft
1200	1140	1020	875	720	480	Shut Off

- All-bronze wetted parts



ENGINE-DRIVEN UTILITY PUMP



TEEL

- Diecast aluminum pump body with cast iron volute and impeller
- Carbon/ceramic, Buna N/stainless steel shaft seal
- Includes inlet strainer, 10 ft hose with swivel couplings, tool kit, and 8 oz, 2-cycle oil

Applications: Dewatering excavations, sump pits, ditches, pools, and boats. Can also be used for lawn sprinkling, washing cars and buildings, and emergency fire protection. For use wherever electric power is not readily available. To be used with nonflammable liquids compatible with pump materials. Teel brand.

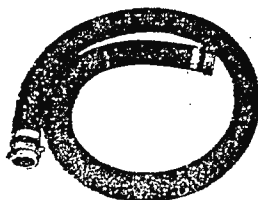
Suction Lift	0	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	Max Press
0 Ft	2100	1980	1860	1740	1620	1500	1320	1140	960	720	540	68 PSI
5	2040	1920	1800	1620	1500	1380	1200	960	780	480	300	66
10	1980	1860	1740	1560	1380	1260	1140	900	720	420	180	63
15	1920	1800	1620	1440	1260	1140	960	720	540	180	—	57

PUMP ORDERING DATA

Inlet/Outlet	HP	Engine Displacement	RPM	Fuel Tank Capacity	Dimensions, In L W H	Stock No.	List	Each	Shpg. Wt.
1" NPT	2.0	40.2 cc	7000	1 1/8 Qt	14 10 12 1/4	4P887	\$512.00	\$250.75*	21.0

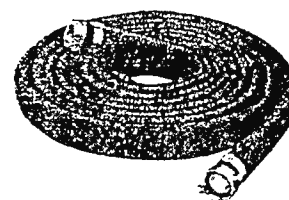
* Limited availability—Contact local branch.

- Robin 2-cycle engine fueled by 25:1 mixture
- Chrome-plated cylinder and electronic ignition for longer engine life



**WATER SUCTION
AND
DISCHARGE HOSES
AVAILABLE**

See Pages 2272 & 2273



SEE WARRANTY INFORMATION ON PAGE OPPOSITE INSIDE BACK COVER

2463

CHEMICAL RESISTANCE CHART FOR VARIOUS PUMP MATERIALS

TERMINOLOGY AND TECHNICAL DATA

The recommendations listed on the following pages are based upon information from material suppliers and careful examination of available information and are believed to be accurate. However, since the resistance of metals, plastics, and elastomers can be affected by concentration, temperature, presence of other chemicals and other factors, this information should be considered as a general guide rather than an unqualified guarantee. Ultimately, the customer must determine the suitability of the pump used in various solutions.

All recommendations assume ambient temperatures unless

otherwise noted. The ratings for these materials are based upon the chemical resistance only. Added consideration must be given to pump selections when the chemical is abrasive, viscous in nature, or has a specific gravity greater than 1.1.

HOW TO USE THIS CHART: Column at left lists chemicals in alphabetic order. Columns at right list various pump materials and their resistance to the chemicals are rated by a letter code. (Explanation of these codes is given below). For example, acetamide has a "B" chemical effect rating on 304 stainless steel, which means it has an acceptable minor effect.

CHEMICAL EFFECT RATINGS

- A - No effect—Excellent
- B - Minor effect—Good
- C - Moderate effect—Fair
- D - Severe effect—Not Recommended

FOOTNOTE EXPLANATION

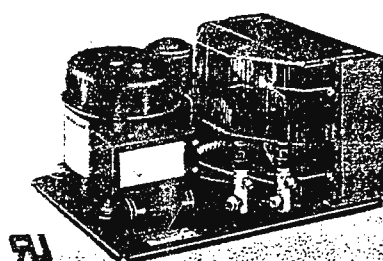
- (1) P.V.C.—Satisfactory to 72°F
- (2) Polypropylene—Satisfactory to 72°F
- (3) Polypropylene—Satisfactory to 120°F
- (4) Buna N—Satisfactory for O-Rings
- (5) Polyacetal—Satisfactory to 72°F
- (6) Ceramag—Satisfactory to 72°F

Reproduced by
Permission of
Little Giant
Pump Company

Reproduced by Permission of Little Giant Pump Company	302 Stainless Steel																																304 Stainless Steel																																316 Stainless Steel																																440 Stainless Steel																																Aluminum																																Titanium																																Hastelloy C																																Cast Bronze																																Brass																																Cast Iron																																Carbon Steel																																Kynar																																PVC (Type 1)																																Tygon (E-3606)																																Teflon																																Noryl																																Polyacetal																																Nylon																																Cyclocac (ABS)																																Polyethylene																																Polypropylene																																Ryton																																Carbon																																Ceramic																																Ceramagnet "A"																																Viton																																Buna N (Nitrile)																																Silicon																																Neoprene																																Ethylene Propylene (EPM)																																Rubber (Natural)																																Epoxy																															
	302 Stainless Steel																																304 Stainless Steel																																316 Stainless Steel																																440 Stainless Steel																																Aluminum																																Titanium																																Hastelloy C																																Cast Bronze																																Brass																																Cast Iron																																Carbon Steel																																Kynar																																PVC (Type 1)																																Tygon (E-3606)																																Teflon																																Noryl																																Polyacetal																																Nylon																																Cyclocac (ABS)																																Polyethylene																																Polypropylene																																Ryton																																Carbon																																Ceramic																																Ceramagnet "A"																																Viton																																Buna N (Nitrile)																																Silicon																																Neoprene																																Ethylene Propylene (EPM)																																Rubber (Natural)																																Epoxy																															
Acetaldehyde ^s	A	A	A	A	B	A	A	D	*	*	C	D	D	A	*	A	A	D	C	B	A	A	A	A	*	A	A	A	A	*	A	*	A	B	B	A	A	A	*	D	D	B	C	B	C	B																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Acetamide	*	B	A	*	*	*	*	*	*	C	*	*	*	*	*	*	B	*	*	*	*	*	*	*	A	*	A	*	A	*	D	D	*	A	A	A	*	A	A	*	A	A	D	A	*	A																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Acetate Solv. ²	A	B	A	B	B	*	*	A	C	B	A	*	B	D	A	*	A	*	B	D	*	A	A	*	A	*	A	*	D	D	*	D	*	D	*	D	*	D	*	D	*	D	*	A	*	A																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Acetic Acid, Glacial ¹	*	B	A	A	B	A	A	C	C	D	A	*	C	B	A	C	D	D	D	B	B	A	A	*	A	*	A	*	D	D	B	C	B	C	B	*	*	B	*	*	B	*	*	B	*	*	B																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Acetic Acid 20%	*	*	A	*	*	A	A	*	C	*	*	A	B	*	A	A	*	D	*	*	A	A	*	A	*	A	*	D	C	*	C	*	C	*	*	B	*	*	B	*	*	B	*	*	B	*	*	B																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
Acetic Acid 80%	*	*	A	*	*	A	A	*	C	*	*	A	D	*	A	B	*	D	*	*	B	*	*	A	*	D	C	*	D	*	*	B	*	*	B	*	*	B	*	*	B	*	*	B	*	*	B																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Acetic Acid	*	B	A	B	B	A	A	C	C	D	C	B	A	B	A	A	D	D	C	B	A	A	A	A	*	C	C	*	C	B	C	B	C	A	*	*	B	*	*	B	*	*	B	*	*	B																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Acetic Anhydride	B	A	A	B	B	A	A	C	D	B	D	D	D	D	A	D	D	D	D	A	A	A	A	*	D	A	C	B	B	C	A	*	*	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Acetone ^s	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	D	D	D	A	D	B	A	D	C	B	A	A	A	A	A	D	D	B	C	A	D	B	C	A	D	B	C	A	D	B	C	A	D	B																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Acetyl Chloride	*	C	A	*	*	*	D	*	*	*	*	*	*	A	*	*	*	*	*	*	*	A	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	A	A																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Acetylene ^s	A	A	A	A	A	*	B	*	A	A	*	B	*	*	*	A	A	*	*	D	A	A	A	*	A	A	A	*	A	A	C	B	A	C	A	*	*	A	A	C	A	*	*	A	*	A																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Acrylonitrile	A	A	C	*	B	*	B	A	*	C	*	*	*	*	*	B	*	D	*	B	A	A	A	*	C	D	*	D	D	*	A	*	A	*	A	*	A	*	A	*	A	*	A	*	A	*	A																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Alcohols Amyl	A	A	A	*	C	A	A	A	B	C	C	A	A	B	A	C	A	A	B	B	B	A	A	A	*	A	A	D	A	A	C	A	*	*	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Benzyl	*	A	A	*	B	A	A	A	C	*	*	D	B	*	A	A	A	D	D	A	*	A	A	*	A	D	*	B	B	D	A	*	*	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Butyl	A	A	A	*	B	B	A	B	C	C	C	A	A	B	A	A	A	A	*	B	B	A	A	A	*	A	A	D	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Diacetone ^s	*	A	A	*	A	A	A	A	C	*	A	*	D	*	*	A	A	A	*	*	D	*	A	A	*	D	D	*	D	A	D	A	*	*	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Ethyl	*	A	A	A	B	A	A	A	C	A	A	*	A	C	*	A	B	A	B	B	A	*	A	A	A	A	A	B	A	B	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Hexyl	*	A	A	*	A	A	A	A	C	*	A	*	A	*	A	A	A	*	*	A	*	A	A	*	A	A	A	D	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Isobutyl	*	A	A	*	B	A	A	A	C	*	A	*	*	*	A	A	A	B	*	*	A	A	A	*	A	C	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Isopropyl	*	A	A	*	B	A	A	A	C	C	A	*	*	*	A	A	A	*	*	A	A	A	*	A	A	*	A	C	C	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Methyl ^s	*	A	A	A	B	A	A	A	C	A	A	*	B	*	A	A	C	A	D	B	A	*	A	A	A	C	B	*	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Octyl	*	A	A	*	A	A	A	A	C	*	A	*	*	*	A	A	A	*	*	*	A	A	*	A	A	*	B	*	B	A	C	A	*	*	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Propyl	*	A	A	*	A	A	A	A	*	A	B	A	*	A	A	A	A	A	*	*	A	*	A	A	*	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Aluminum Chloride 20%	*	D	C	D	B	A	A	D	*	D	A	*	A	B	*	A	C	A	*	B	A	A	A	*	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Aluminum Chloride	C	D	C	*	D	C	A	C	*	D	B	A	A	A	A	A	*	D	*	*	A	A	A	*	A	A	A	A	A	C	A	*	*	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Aluminum Fluoride	*	D	C	D	*	D	B	*	*	A	A	A	*	A	A	C	D	*	B	A	*	A	*	*	A	A	C	A	*	C	A	*	C	A	*	C	A	*	C	A	*	C	A	*	C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Aluminum Hydroxide ^s	*	A	A	A	A	*	*	A	*	D	A	*	A	*	A	A	B	A	*	*	A	*	A	A	A	A	A	A	A	A	*	A	*	A	*	A	*	A	*	A	*	A	*	A	*	A																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Alum Potassium Sulfate (Alum), 10%	*	A	*	*	A	*	B	*	*	D	A	*	A	*	A	*	A	*	*	A	*	A	*	*	A	*	A	*	A	*	A	*	A	*	A	*	A	*	A	*	A	*	A	*	A	*	A																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Alum Potassium Sulfate (Alum) 100%	*	D	A	B	B	*	B	C	*	A	*	A	B	A	A	C	D	*	B	A	*	A	A	*	A	A	A	A	*	A	*	A	*	A	*	A	*	A	*	A	*	A	*	A	*	A																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Aluminum Sulfate	*	C	C	A	A	A	A	C	C	D	A	A	A	B	A	A	C	A	*	B	A	A	A	*	A	A	A	A	*	A	*	A	*	A	*	A	*	A	*	A	*	A	*	A	*	A																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Amines	A	A	A	*	A	B	A	B	*	A	B	*	C	A	A	B	D	A	*	*	*	*	A	A	*	D	D	C	B	B	C	A	*	*	A	*	*	A	*	*	A	*	*	A	*	*	A																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Ammonia 10%	*	*	A	*	*	A	*	*	*	*	D	A	*	A	A	*	A	*	*	A	*	A	*	*	A	D	*	A	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	

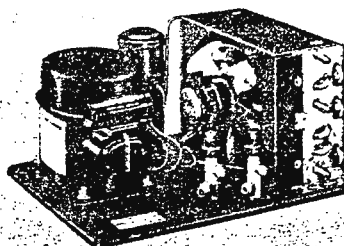
REFRIGERATION CONDENSING UNITS FOR REFRIGERANT -12, -22, AND -502

**A/C &
REFRIGERATION**



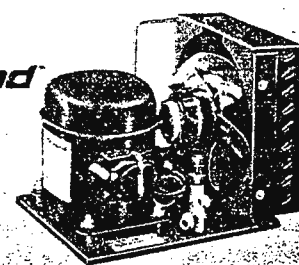
STYLE 1 INCLUDES:

- Receiver
- Fan guard
- 2 Valves
- B/X cable



STYLE 2 INCLUDES:

- Receiver
- 2 Valves
- Power Cord



STYLE 3 INCLUDES:

- Single Valve
- Power Cord

- Lightweight compressor construction
- Accessible electricals and fittings
- Drop-in replacement for common competitive models

- UL Recognized; Nos. 5E027, 5E030, 5E036, and 5E039 are UL Listed

Three variations of these condensing units facilitate replacement of other leading manufacturers' models in most existing applications. Commonly used in small refrigerators, freezers, salad bars, floral

displays, water coolers, ice machines and beverage vending machines. Copeland brand.

COPELAND LIMITED WARRANTY

Text of warranty available on request. See "Manufacturers' Warranties" on page opposite inside back cover.

CONDENSING UNIT ORDERING DATA

Nominal HP	Voltage 60Hz, 1ph	Style	Connections Liquid	Suction	Overall Dimensions L	W	H	Copeland Model No.*	Stock No.	List	Each	Shpg. Wt.
R-12 LOW TEMPERATURE UNITS												
1/8	115	3	3/8 FL	3/8 FL	12.00"	11.10"	9.80"	MGBL-0013-SAA#	5E022	\$398.00	\$249.00	32.0
1/6	115	3	3/8 FL	3/8 FL	12.00	11.10	9.80	MGBL-0017-SAA#	5E023	418.00	260.00	32.0
1/5	115	3	3/8 FL	3/8 FL	13.10	11.10	9.80	MGBL-0023-SAA#	5E024	421.00	263.00	34.0
1/4	115	3	1/4 FL	3/8 FL	17.10	13.40	9.00	MGBL-0026-IAA	5E025	539.00	334.00	46.0
1/4	115	2	1/4 FL	3/8 FL	17.10	13.40	9.00	MAAL-0026-IAA	5E026	563.00	347.00	46.0
1/4	115	1	1/4 FL	3/8 FL	17.10	13.40	9.00	MBAL-0026-IAA	5E027	591.00	365.00	46.0
1/3	115	3	1/4 FL	3/8 FL	17.10	13.40	9.00	MGAL-0034-IAA	5E028	564.00	349.00	50.0
1/3	115	2	1/4 FL	3/8 FL	17.10	13.40	9.00	MAAL-0034-IAA	5E029	593.00	366.00	50.0
1/3	115	1	1/4 FL	3/8 FL	17.10	13.40	9.00	MBAL-0034-IAA	5E030	623.00	383.00	50.0
1/2	115	1	1/4 FL	1/2 RFL**	17.10	13.00	10.40	MUAL-0050-IAA	5E044	1060.00	643.00	75.0
R502 LOW TEMPERATURE UNITS												
1/4	115	1	1/4 FL	3/8 FL	15.38	11.25	9.87	MSYL-0027-IAA	5E042	580.00	356.00	37.0
1/3	115	1	1/4 FL	3/8 FL	15.38	11.25	9.87	MSYL-0035-IAA	5E043	614.00	381.00	36.0
R-12 HIGH TEMPERATURE UNITS												
1/6	115	3	3/8 FL	3/8 FL	13.10	11.10	9.80	MGBH-0017-SAA#	5E031	396.00	247.00	32.0
1/5	115	3	3/8 FL	3/8 FL	13.10	11.10	9.80	MGBH-0020-SAA#	5E032	417.00	260.00	33.0
1/5	115	3	3/8 FL	3/8 FL	13.10	11.40	9.80	MGBH-0023-SAA#	5E033	426.00	265.00	35.0
1/4	115	3	3/8 FL	3/8 FL	13.10	11.40	9.80	MGBH-0025-IAA	5E034	434.00	272.00	44.0
1/4	115	2	1/4 FL	3/8 FL	17.10	13.40	9.00	MAAH-0025-IAA	5E035	453.00	283.00	44.0
1/4	115	1	1/4 FL	3/8 FL	17.10	13.40	9.00	MBAH-0025-IAA	5E036	531.00	329.00	44.0
1/3	115	3	1/4 FL	3/8 FL	17.10	13.40	9.00	MGAL-0033-IAA	5E037	464.00	290.00	44.0
1/3	115	2	1/4 FL	3/8 FL	17.10	13.40	9.00	MAAH-0033-IAA	5E038	488.00	303.00	44.0
1/3	115	1	1/4 FL	3/8 FL	17.10	13.40	9.00	MUAL-0033-IAA	5E039	572.00	352.00	44.0
1/2	115	3	1/4 FL	1/2 FL	18.00	13.50	10.00	MGAL-0049-IAA	5E045	738.00	450.00	52.0
1/2	115	1	1/4 FL	1/2 FL	18.00	13.50	10.00	MKAH-0049-IAA	5E046	799.00	487.00	52.0
1/2	115	1	1/4 FL	1/2 FL	18.00	13.50	10.00	MUAL-0049-IAA	5E047	861.00	523.00	52.0
1/2	115	3	1/4 FL	1/2 FL	17.50	13.00	10.00	MAAH-0050-IAA	5E048	822.00	505.00	52.0
1/2	115	1	1/4 FL	1/2 FL	17.50	13.00	10.00	MGAL-0050-IAA	5E050	772.00	470.00	52.0
1/2	115	1	1/4 FL	1/2 FL	8.30	6.30	10.00	MKAH-0050-IAA	5E051	850.00	516.00	52.0
1/2	115	1	1/4 FL	1/2 FL	8.30	6.30	10.00	MUAL-0050-IAA	5E052	894.00	541.00	52.0
3/4	115	1	3/8 FL	5/8 FL	18.30	17.50	13.80	MUKH-0075-IAA	5E053	1265.00	765.00	85.0
3/4	208/230	1	3/8 FL	5/8 FL	18.30	17.50	13.80	MUKH-0075-IAV	5E054	1261.00	761.00	85.0
1	208/230	1	3/8 FL	1/2 FL	18.50	17.50	13.80	MUKH-0100-CAV	5E055	1464.00	820.00	86.0
R-22 HIGH TEMPERATURE UNITS												
1/4	115	1	1/4 FL	3/8 FL	15.38	11.25	9.87	MSYH-0025-IAA	5E040	627.00	381.00	29.0
1/3	115	1	1/4 FL	3/8 FL	15.38	11.25	9.87	MSYH-0033-IAA	5E041	620.00	385.00	38.0

*AA suffix models are split phase motors; IAA, IAV, CAV models are start capacitor. #1 SAA suffix models are starting torque, not recommended for TXV systems; IAA models are high starting torque.
**Double connection with flare connection.

CONTINUED ON NEXT PAGE

FANS

3 1/8 & 4 1/16" SQUARE AND 6 AND 10" DIAMETER AXIAL FANS

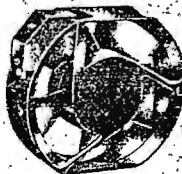
Dayton



3 1/8" Square



4 1/16" Square



6" Dia.



10" Dia.



35886

- For ventilation and spot cooling where space is limited
- Used in computers, copy machines, office equipment, industrial control equipment, audio/visual equipment, vending machines, telephone equipment, light projectors, TV cameras and other electrical equipment

UL
E19455

UL
E19455

3 1/8 and 4 1/16" Square Axial Fans. Rigid one-piece, die cast aluminum ventur frame. Molded, glass-filled, polyester fan blades. Impedance protected motor with porous bronze sleeve bearings. Fan mount in any position.

All models require cord set No. 4C551 except 3 1/8" fans with 22-gauge, 12" long leads. 50/60 Hz. UL Component Recognized E19455, and Recognized Component mark for Canada E19455. CSA Certified 35886. Maximum ambient temperature is 120°F. Black finish.

6 and 10" Diameter Axial Fans. Aluminum housing. Polycarbonate blade flame rated 94V-O. Thermally protected ball bearing motor with Class B insulation. Have quick connect terminals and require No. 4C551 cord (order separately). Maximum ambient temperatures: 6" is 122°F (52°C), 10" is 149°F (65°C).

3 1/8 & 4 1/16" SQUARE AXIAL FANS ORDERING DATA

CFM*	Volts	RPM	Watts	Amps	dBA	Dimensions				Mt. Hole	Stock No.	List	Each	Shpg. Wt.
						H	W	D		OC				
30	115	2750	9.5	0.11	33	3 1/8"	3 1/8"	1 1/2"	2 1/16"		5C115	\$36.70	\$21.95	1.1
30	230	2750	10	0.06	33	3 1/8"	3 1/8"	1 1/2"	2 1/16"		5C114	37.15	22.25	1.1
55	115	1765	6.8	0.09	29	4 1/16"	4 1/16"	1 1/2"	4 1/16"		4C548	34.10	20.40	1.9
70	115	2140	8	0.10	33	4 1/16"	4 1/16"	1 1/2"	4 1/16"		4C827	34.25	20.50	2.0
100	115	2950	13.7	0.18	44	4 1/16"	4 1/16"	1 1/2"	4 1/16"		4C549	33.75	20.20	1.8
100	230	2950	13.3	0.09	44	4 1/16"	4 1/16"	1 1/2"	4 1/16"		4C653	34.25	20.50	1.9
110	115	3250	16	0.19	47	4 1/16"	4 1/16"	1 1/2"	4 1/16"		4C550	37.25	22.30	1.6

6 & 10" DIAMETER AXIAL FANS ORDERING DATA

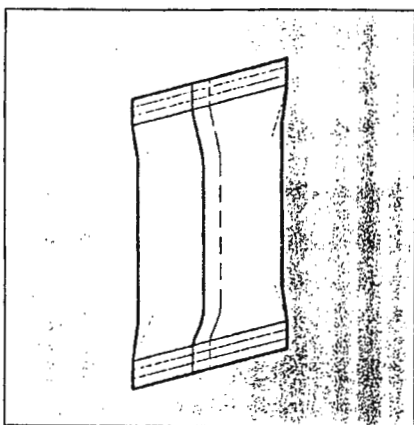
CFM*	Volts	RPM	Watts	Amps	Motor Type	SIL dBT	Dimensions				Mtg. Holes	Stock No.	List	Each	Shpg. Wt.
							Dia.	H	W	D					
240	115	3400	29	0.25	PSC	50.5	—	6 3/4"	5 7/8"	2"	6 3/8"	4C720	\$87.35	\$52.30	2.5
240	230	3400	28	0.12	PSC	50.5	—	6 3/4"	5 7/8"	2"	6 3/8"	4C828	91.35	54.70	2.3
560	115	1650	36	0.35	PSC	47.6	10	—	—	3 1/2"	9 1/16"	4C688	101.45	60.75	5.0
560	230	1650	36	0.19	PSC	47.6	10	—	—	3 1/2"	9 1/16"	4C829	104.30	62.45	5.5

(*) In free air, on 60 Hz power.

COMPARISON GUIDE FOR DAYTON AC AXIAL FAN LISTED ABOVE

EBM	Etri	Howard	IMC	Papst Pamotor	Comair Rotron	Sunon	NIDEC Torin	Our Stock No.
W2S076 AA03-03	Model 26 126LF-2182	3-15-1321	3115FS12WB20 Pewee Boxer	8800D	SU2A1 Sprite	SF11580A	TA300S A31022	4C913 5C115
W2S076 AA01-03	Model 26 126LF-2181	3-15-1322	3115FS23WB20 Pewee Boxer	8850D	SU3A1 Sprite	SF23080A	TA300S A31137	5C114
W2S107 AB11-39	Model 141 141LV-2282	3-15-2470	WS2107FL 1002 Boxer	4800X	WR2A1 Whisper	SP103A	TA450-S A30390	4C548 4C914
W2S107 AB07-39	Model 141 141LT-2282	3-15-2455	WS2107FL 1072 Boxer	4850X	WR2H1 Whisper	SP102A	TA450-S A30426	4C827 4C915
W2S107 AA15-39	Model 141 141LS-2282	3-15-3450	WS2107FL 1000 Boxer	4600X	MU2A1 Muffin	SP101A	TA450 A30108	4C549 4C916
W2S107 AA01-39	Model 141 141LS-2281	3-15-3451	WS2107FL 1006 Boxer	4650X	MU3A1 Muffin	DP201A	TA450 A28678	4C653 4C917
W2S107 AA15-39	Model 125 125XR-2282	3-15-4477	WS2107F-1100 Super Boxer	4600X	MX2A3 MuffinXL	SP101A	TA450 A30108	4C556 4C916
—	Model 148 148VK-282	3-15-5601 Cyclohm	Model 10 Fulmar	Model 7606	MR 2E3 Major	—	A30316-10 TA 600	4C720
—	Model 148VK-281	3-15-5602 Cyclohm	Model 20 Fulmar	Model 7656	MR 77E3 Major	—	A30322-10 TA 600	4C828
—	—	5-50-0100 Worldwind	Model 10 Condor	—	CL2T2 Caravel	—	A30205-10 TA 1000	4C688, 4C829
—	—	5-50-5100 Worldwind	Model 20 Condor	—	CL3T2 Caravel	—	A30230-10 TA 1000	4C829

VE-380

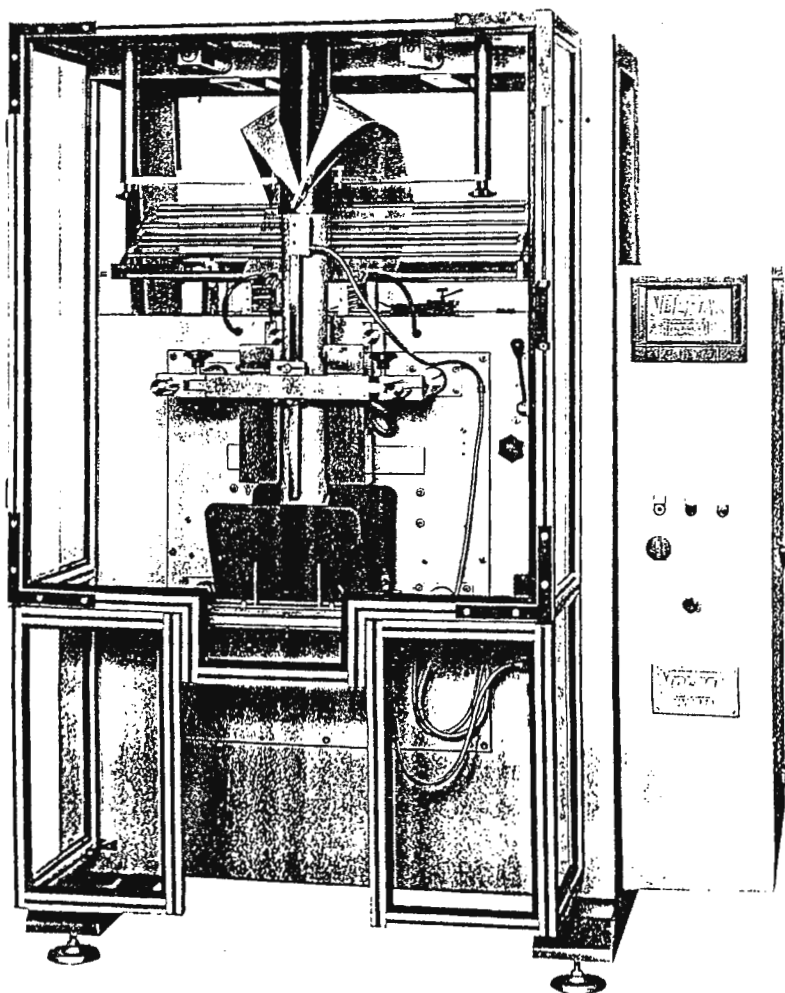


Hasta 15 litros.

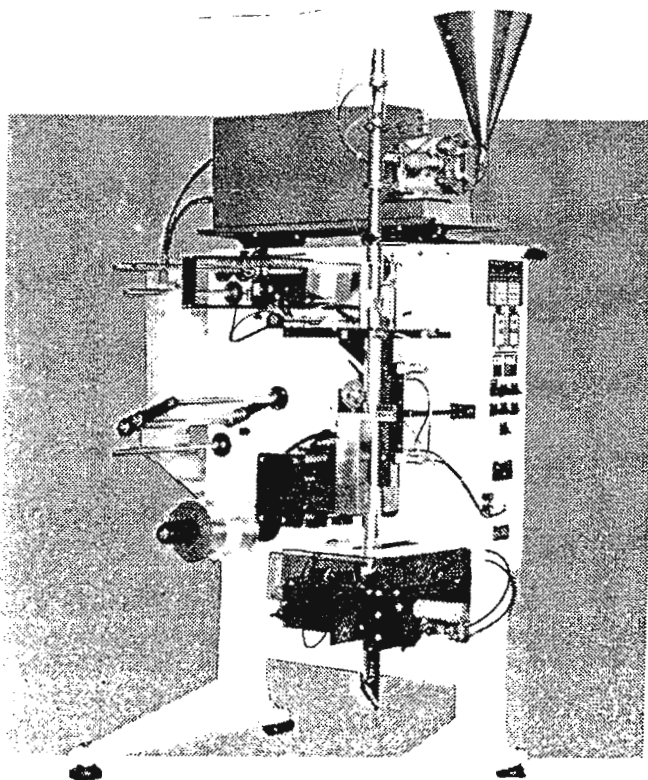
La máquina VE-380 es una máquina de similares características que la máquina VE-280 con el valor añadido que permite fabricar bolsos de gran tamaño, hasta 15 l.

Con esta máquina VOLPAK cubre las necesidades de la industria química (detergentes), veterinaria, congelados y otros, con varios tipos de presentación de producto (Bolsa alinhada, fondo estable, ...) y aplicaciones tales como asas para facilitar el transporte de la bolsa por el consumidor final.

La VE-380 ha sido diseñada buscando la máxima flexibilidad siendo apta para trabajar también con volúmenes pequeños sin que ello afecte sustancialmente el rendimiento de la misma.



MAQUINA EMPACADORA DE LIQUIDOS DE LA ULTIMA GENERACION



ANEXO 7. LISTADO DE SUMINISTRANTES DE MATERIALES Y ELEMENTOS PARA LA FABRICACION DE MAQUINAS EMPACADORAS DE LIQUIDOS

1. Materiales mecánicos

Almacenes Vidri	Abasteinsa
FREUND	Ferrocetro
Super Aceros	Aceromar
Didelco	Servicios Técnicos Unidos
Aisa	Acavisa
Tornicetro	

2. Rodamientos

Proveedores Industriales	Didea Industrial
Ferretería La Palma	La Casa del Soldador

3. Materiales Eléctricos, electrónicos y neumáticos

Siemens	Servielectric Industrial
Prestegard Electro	Josnab
Servicios de Ingeniería Electrónica	Casa Rivas
Coopesa	J.R. Controles
Edima	CSH
Radio Parts	

BIBLIOGRAFIA

- Antonio Creus, INSTRUMENTACION INDUSTRIAL, Editorial Marcombo, 5ta. Edición, Mexico 1993.
- Harold Soisson, INSTRUMENTACION INDUSTRIAL, Noriega editores, LIMUSA, Mexico 1996.
- Conelec, MANUAL ELECTRICO, Conelec, segunda edición, México 1980.
- Robert W. Smeaton, MOTORES ELECTRICOS, SELECCION MANTENIMIENTO Y REPARACION, McGraw-Hill, Tomos 1, 2 y 3, Segunda edición, México 1991.
- Donald Fink/Wayne Beaty, MANUAL DE INGENIERIA ELECTRICA, McGraw-Hill, Decimotercera edición, Tomos 1 y 2, Mexico 1996.
- Marks, MANUAL DEL INGENIERO MECANICO, McGraw-Hill, Segunda edición en español, México 1984.
- Ramón García Pelayo, LAROUSSE GRAN DICCIONARIO ESPAÑOL-INGLES, primera edición, México 1992.
- Equipo EPS Zaragoza, TECNOLOGIA ELECTRONICA 4, Ediciones Don Bosco, Barcelona 1981.
- Equipo EPS Zaragoza, TECNOLOGIA ELECTRONICA 5, Ediciones Don Bosco, Barcelona 1981.

- William David Cooper, INSTRUMENTACION ELECTRONICA Y MEDICIONES, Prentice Hall, México 1988.
- Grainger, INDUSTRIAL AND COMMERCIAL EQUIPMENT AND SUPPLIES, manual No.386, Catálogo general de 1995.
- Manual de operación y mantenimiento de máquinas empacadoras marca VOLPAK, EMZO y ALEGUI.
- National Fire Protection Association, NEC (NATIONAL ELECTRIC CODE), edición de 1993.
- Malvino, PRINCIPIOS DE ELECTRONICA, McGraw-Hill, Tercera edición, México 1989.
- Manual de iluminación y lámparas germicidas de SYLVANIA.
- Savant-Roden-Carpenter, ELECTRONIC DESIGN, CIRCUITS AND SYSTEMS, Cummings Publishing Company, Inc., Bridge Parkway, California 1991.
- Manuales de operación de PLC'S marcas: Allen Bradley, Square D y SIEMENS.
- Air Conditioning & Refrigeration Institute, MANUAL DE REFRIGERACION Y AIRE ACONDICIONADO, Segunda edición, Prentice Hall, México 1994.
- Stephen J. Chapman, MAQUINAS ELECTRICAS, McGraw-Hill, México 1987.
- Harold W. Gingrich, MAQUINAS ELECTRICAS, TRANSFORMADORES Y CONTROLES, Prentice Hall, México 1980.
- Charles S. Siskind, MAQUINAS DE CORRIENTE CONTINUA, Editorial Hispano Americana, Argentina 1967.