

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS



### INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

#### PROYECTO DE TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTROMECÁNICA

#### TEMA:

*“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA ENVASADORA AUTOMÁTICA, PARA POLVO DE PRODUCTO ALIMENTICIO MOLIDO Y SECO DE 50g Y 100g, EL MISMO QUE PERMITIRÁ IMPLEMENTAR EQUIPOS DE LABORATORIO EN LA CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, EN EL AÑO 2012”.*

#### AUTORES:

- CHISAGUANO CHICAIZA DIEGO PATRICIO
- ZAPATA TERÁN EDGAR MARCELO

#### DIRECTOR:

- ING. EDWIN HOMERO MOREANO MARTÍNEZ

LATACUNGA - ECUADOR

SEPTIEMBRE 2013



## **DECLARACIÓN, AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD**

### **AUTORÍA DE TESIS**

Este documento es de exclusiva autoría de los investigadores: Diego Patricio Chisaguano Chicaiza y Edgar Marcelo Zapata Terán, quienes nos responsabilizamos por las ideas y comentarios emitidos en la elaboración de este proyecto.

Latacunga, 10 Junio del 2013



.....  
**Diego Patricio Chisaguano Chicaiza**

**C.C. 050293635-4**



.....  
**Edgar Marcelo Zapata Terán**

**C.C. 050245094-3**

## INFORME FINAL DEL DIRECTOR DE TESIS

Cumpliendo con lo estipulado en el capítulo IV Art.26, literal (h) del Reglamento de Graduación de Nivel de Pregrado de la Universidad Técnica de Cotopaxi, informo que el grupo conformado por: Chisaguano Chicaiza Diego Patricio y Zapata Terán Edgar Marcelo, egresados de Ingeniería en Electromecánica; ha desarrollado su investigación de grado de acuerdo a los planteamientos formulados en el proyecto de Tesis.

En virtud de lo antes expuesto considero que el grupo se encuentra habilitado para presentar el acto de defensa de Tesis acerca del tema:

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA ENVASADORA AUTOMÁTICA, PARA POLVO DE PRODUCTO ALIMENTICIO MOLIDO Y SECO DE 50g Y 100g, EL MISMO QUE PERMITIRÁ IMPLEMENTAR EQUIPOS DE LABORATORIO EN LA CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, EN EL AÑO 2012”.

Latacunga, 11 de Junio del 2013.



Ing. Edwin Homero Moreano Martínez

DIRECTOR DE TESIS

# AGRADECIMIENTO

**A dios por darme la vida y hacer posible que cada sueño en mi vida se vuelva una realidad.**

**A mis padres y hermanos (a) quienes con esfuerzo y dedicación han sido partes importante en este proceso de formación académica y humana.**

**Un sincero agradecimiento A LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, en especial a los docentes por la educación y formación profesional recibida dentro de las aulas.**

**A mis amigos, personas que dan alegría y luz a mi vida, quienes directa e indirectamente colaboraron para la finalización de este proyecto.**

**Un agradecimiento el Ing. Edwin Moreano quien supo guiarme, para la elaboración de este proyecto y a todos aquellos que aportaron de una u otra manera con la finalización del mismo.**

**Diego Chisaguano**

# AGRADECIMIENTO

De manera especial a Dios por llenar mi vida de dicha, bendiciones, por haberme dado sabiduría y paciencia necesaria para culminar con éxito un sueño tan anhelado en mi vida.

Mi gratitud imperecedera y sincera a la **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI** y a sus Maestros, que han sabido impartir sus conocimientos hacia mi persona, demostrando siempre entusiasmo y entrega, y de una manera en especial al Señor Ing. Edwin Moreano por su valioso aporte en la dirección de esta tesis.

Marcelo Zapata

## **DEDICATORIA**

**A DIOS**, por haberme permitido alcanzar este logro y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad, protección y amor.

**A MIS PADRE Olga y Rosendo**, por ser el ejemplo latente de sacrificio y superación, forjadores de mi niñez y juventud quienes me dieron el don más preciado la **VIDA**, y que con abnegación y amor guían mis pasos para ser una persona de bien.

**A MIS HERMANOS**, por haberme apoyado en todo momento, por la motivación constante que me brindan.

**Diego Chisaguano**

# DEDICATORIA

**Esta tesis está dedicada con especial cariño a mis padres Elena y Armando, que gracias a su diario sacrificio y preocupación, siempre han estado dispuestos a ayudarme procurándome un bienestar futuro.**

**A mi esposa Ximena e hijo Joel por haberme apoyado y comprendido en aquellos momentos que no pude pasar junto a ellos, sacrificándome para poder llegar hasta este logro.**

**Y a la vez a todas aquellas personas que estuvieron involucradas directamente o indirectamente en los días más duros y difíciles de mi vida inculcándome valores de perseverancia, sacrificio, honradez, y virtudes que han sido pilares fundamentales para la consecución de este logro.**

**Marcelo Zapata**

## ÍNDICE

	<b>Págs.</b>
<b>PORTADA</b>	<b>i</b>
<b>AUTORÍA</b>	<b>ii</b>
<b>CERTIFICACIÓN</b>	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>iv</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE</b>	<b>viii</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>xix</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>xx</b>
<b>AVAL DE TRADUCCIÓN</b>	<b>xxi</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>MARCO TEÓRICO</b>	
<b>1.1- ESTUDIO DE LOS PLÁSTICOS</b>	<b>3</b>
1.1.1.- Generalidades de los plásticos	3
1.1.2.- Requerimiento de envases	4
1.1.3.- Clasificaciones de los plásticos	4
	viii

1.1.3.1- Polietileno	4
1.1.3.1.1.- Clasificación del polietileno	5
1.1.3.1.2.- Características técnicas del polietileno	7
1.1.3.2.- Polipropileno	8
1.1.3.2.1.- Características técnicas del polipropileno	8
1.2.- DOSIFICADORES	9
1.2.1.- Dosificador a tornillo sin fin	10
1.2.2.- Tornillo sin fin	11
1.2.3.-Potencia requerida del tornillo sin fin	13
1.3.- SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DEL PRODUCTO	17
1.3.1.- Tolva	17
1.3.1.1.- Espesor de placa de la tolva	20
1.4.- SISTEMA DE FORMACIÓN DE LA FUNDA	21
1.5.- SELLADO VERTICAL Y HORIZONTAL	22
1.5.1.- Arrastre del plástico	23
1.6.- NEUMÁTICA	24
1.6.1.- Actuadores Neumáticos	24
1.6.1.1.- Cilindro neumático de movimiento lineal	24
1.6.1.2.- Cilindro de simple efecto	25
1.6.1.3.- Cilindro de doble efecto	26
1.6.2.- Características principales de los cilindros	27
1.6.2.1.- Fuerza del cilindro	27

1.6.2.2.- Consumo de aire del cilindro neumático	29
1.6.2.3.- Caudal	30
1.6.3.- Válvulas Neumáticas	31
1.6.4.- Electroválvula	32
1.6.5.- Reguladores de velocidad de caudal	33
1.7.- ELEMENTOS MECÁNICOS	33
1.7.1.- Definición de elementos mecánicos	33
1.7.1.1.- Cojines de elementos rodantes (rodamientos)	34
1.7.1.2.- Clasificación de los rodamientos	35
1.7.2.- Transmisión de potencia por banda	35
1.7.2.1.- Definición	35
1.7.2.2.- Relación de transmisión	37
1.7.2.3.- Calculo de la longitud de la correa	37
1.7.2.4.- Tensiones sobre la polea	38
1.8.- LA AUTOMATIZACIÓN	41
1.8.1.- Definición	41
1.8.1.1.- Objetivos de la automatización	42
1.8.1.2.- Controlador lógico programable (Plc LOGO)	42
1.8.1.3.- Características de los Plc logo	44
1.8.1.4.- Campo de aplicación logo	44
1.8.1.5.- Ventajas del Plc logo	45
1.8.1.6.- Desventajas del Plc logo	46

1.9.- VARIADOR DE FRECUENCIA	46
1.9.1.- Generalidades	46
1.9.2.- Ventajas utilizar un variador de frecuencia	48
1.9.3.- Tipos de control de velocidad que permite un variador de frecuencia	49

## **CAPÍTULO II**

### **ANÁLISIS RESULTADOS. 50**

2.2.- Análisis, resultado y comprobación de la hipótesis	51
2.2.1.- Análisis e interpretación de los resultados de la encuesta aplicados a las estudiantes de la carrera	52
2.2.1.1.- Pregunta N.- 1	53
2.2.1.2.- Pregunta N.- 2	54
2.2.1.3.- Pregunta N.- 3	55
2.2.1.4.- Pregunta N.- 4	56
2.2.1.5.- Pregunta N.- 5	57
2.2.1.6.- Pregunta N.- 6	58
2.2.1.7.- Pregunta N.- 7	59
2.2.1.8.- Pregunta N.- 8	60
2.3.- VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS	61
2.4.- COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS	62



3.5.7.- Selección de los diámetros de las poleas para el	
Tornillo sin fin	84
3.5.7.1.- Longitud de la banda para la transmisión de	
potencia	85
3.5.8.- Selección de la Chumacera	85
3.5.9.- Selección del variador	86
3.5.10.- Selección del PLC logo	86
3.6.- CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA	87
3.6.1.- Construcción de la estructura de la máquina	87
3.6.2.- Construcción de la tolva	89
3.6.3.- Construcción del tornillo sin fin	92
3.6.4.- Construcción del cuello formador	92
3.6.5.- Construcción de la prensa vertical	93
3.6.6.- Construcción de la prensa horizontal y arrastre	94
3.6.7.- Conexiones eléctricas y programación	94

## INDICE DE GRÁFICO

GRÁFICO N.-1 Dosificador tornillo sin fin	10
GRÁFICO N.- 2 Partes de un tornillo sin fin	11
GRÁFICO N.- 3 Movimiento de torsor y fuerza de una polea	39
GRÁFICO N.- 4 Etapa de funcionamiento de un variador de frecuencia	46
GRÁFICO N.- 5 Análisis de resultado- pregunta 1	53
GRÁFICO N.- 6 Análisis de resultado- pregunta 2	54
GRÁFICO N.- 7 Análisis de resultado- pregunta 3	55
GRÁFICO N.- 8 Análisis de resultado- pregunta 4	56
GRÁFICO N.- 9 Análisis de resultado- pregunta 5	57
GRÁFICO N.- 10 Análisis de resultado- pregunta 6	58
GRÁFICO N.- 11 Análisis de resultado- pregunta 7	59
GRÁFICO N.- 12 Análisis de resultado- pregunta 8	60
GRÁFICO N.- 13 Dimensiones de la tolva pirámide truncada	69
GRÁFICO N.- 14 Partes del formador de funda	75
GRÁFICO N.- 15 Dimensiones del cuello formador	76
GRÁFICO N.- 16 Cilindro neumático doble efecto	77
GRÁFICO N.- 17 Prensa horizontal	78
GRÁFICO N.- 18(A) Punteada de la estructura	88
18(B) Soldadura de la estructura	88
GRÁFICO N.- 19 Soldadura para la base del motor	88

GRÁFICO N.- 20 Pulida de la estructura	89
GRÁFICO N.- 21 Cortes, dobleces y suelda de la tolva	90
GRÁFICO N.- 22 Acabado de la tolva	90
GRÁFICO N.- 23 Visor de la tolva	91
GRÁFICO N.- 24 Fresado del tubo transportador	91
GRÁFICO N.- 25 (A) Construcción del hilo del tornillo sin fin	92
25 (B) Medición	92
GRÁFICO N.- 26 Cuello formador terminado	93
GRÁFICO N.- 27 Prensa vertical	93
GRÁFICO N.- 28 Prensa horizontal y sistema de arrastre	94

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N.-1 Utilidad de polietileno	5
FIGURA N.-2 Utilidad de polipropileno	8
FIGURA N.-3 Forma de tolvas	18
FIGURA N.-4 Cuello formador de funda	22
FIGURA N.-5 Prensa de sellado vertical	23
FIGURA N.-6 Prensado de sellado y corte horizontal	23
FIGURA N.-7 Arrastre por cilindro neumático	23
FIGURA N.-8 Cilindro neumático de movimiento lineal	25
FIGURA N.-9 Cilindro de simple efecto	25
FIGURA N.-10 Cilindro de doble efecto	26
FIGURA N.-11 Electroválvulas	32
FIGURA N.-12 Regulador de caudal	33
FIGURA N.-13 Componentes de una banda	36
FIGURA N.-14 PLC (Controlador lógico programable)	43
FIGURA N.-15 Partes de un variador de frecuencia	47
FIGURA N.- 16 Partes principales del tornillo sin fin	72
FIGURA N.- 17 Placa de datos del motor	83

## INDICE DE TABLAS

TABLA N.-1 Propiedades de todos los polietileno	7
TABLA N.-2 Propiedades del polipropileno	9
TABLA N.- 3 Factor de tamaño de transportador helicoidal	14
TABLA N.- 4 Capacidades y velocidades de los transportadores	15
TABLA N.- 5 Margen de seguridad de los motores	16
TABLA N.- 6 Tipos de banda	36
TABLA N.- 7 Interpretación - pregunta 1	53
TABLA N.- 8 Interpretación - pregunta 2	54
TABLA N.- 9 Interpretación - pregunta 3	55
TABLA N.- 10 Interpretación - pregunta 4	56
TABLA N.- 11 Interpretación - pregunta 5	57
TABLA N.- 12 Interpretación - pregunta 6	58
TABLA N.- 13 Interpretación - pregunta 7	59
TABLA N.- 14 Interpretación - pregunta 8	60

## INDICE DE ANEXOS

Tipo de rodamientos	ANEXO 1
Guías de encuestas para la investigación de campo	ANEXO 2
Datos de la encuesta aplicada a los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial	ANEXO 3
Distribución del chi-cuadrado	ANEXO 4
Propiedades mecánicas del acero inoxidable 304	ANEXO 5
Características generales de los cilindros de doble efecto	ANEXO 6
Características del cilindro sellado vertical	ANEXO 7
Características del cilindro sellado horizontal	ANEXO 8
Características del cilindro de arrastre	ANEXO 9
Características de la chumacera	ANEXO 10
Características del variador ls tipo sv015ig5a-2	ANEXO 11
Características del logo	ANEXO 12
Planos de construcción de la máquina envasadora	ANEXO 13
Planos de la programación	ANEXO 14
Manual de mantenimiento	ANEXO 15

<b>CONCLUSIONES</b>	95
<b>RECOMENDACIONES</b>	96
<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS TÉCNICOS</b>	126
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	130

## RESUMEN

La evolución tecnológica y científica en la actualidad, son ítems que globalizan al mundo industrial, acrecientan la competitividad de los estudiantes de Ingeniería, y por ende de las Universidades que ofertan carreras tecnológicas; además de orientar su pensamiento a la dependencia de la investigación y la ciencia. Por esta razón el presente trabajo investigativo está desarrollado en base a la necesidad de una máquina, capaz de realizar el dosificado y envasado de forma automática que es utilizado como parte de un proceso de deshidratación en la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI. La máquina envasadora está construida con el correspondiente material de acuerdo a normas y avances tecnológicos que están a nuestro alcance con la fácil manipulación de cada uno de ellas, a la vez aportando con todos los conocimientos adquiridos en los años de estudio por parte del grupo investigador. La máquina envasadora automática para polvo de productos alimenticios molido y seco de 50g y 100g, consta de las siguiente partes; dosificador, formador de funda, sellado vertical, sellado horizontal y arrastre. El **dosificado** está conformado por una tolva de forma pirámide truncada para el almacenamiento del polvo de producto alimenticios, un tornillo sin fin que es el encargado de suministrar la dosis de producto justo en cada envase, el cual es controlado mediante un variador de velocidad teniendo en cuenta que la dosificación se realiza mediante el número de revoluciones del tornillo para así dosificar 50g, y 100g, el cual es acoplado por transmisión de banda. El sistema de **formado de funda** se lo realiza mediante un molde denominado cuello formador por el cual el plástico debe deslizarse sin ninguna dificultad para así obtener el envase requerido. El sistema de **sellado vertical, sellado horizontal, y arrastre** es accionado por un cilindro neumático de doble efecto, que tiene dos guías de ejes, el mismo que proporciona una presión establecida la cual permite el termo sellado y el corte del polietileno.

**Palabra clave:** Dosificado, sellado vertical, horizontal y arrastre.



# TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

ACADEMIC UNIT OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

Latacunga – Ecuador

---

TOPIC: "DESIGN AND CONSTRUCTION OF AN AUTOMATIC PACKING MACHINE, TO DUST FROM GRINDING AND DRY FOODSTUFF OF 50G AND 100G, THE SAME THAT WILL ENABLE TO IMPLEMENT EQUIPMENTS OF LABORATORY AT AGRO-INDUSTRIAL ENGINEERING CAREER FROM TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI, IN 2012".

Authors: Chisaguano Chicaiza Diego Patricio

Zapata Terán Edgar Marcelo

## ABSTRACT

Currently a technological and scientific development, are items that are global to the industrial world, enhance the competitiveness of engineering students, and hence of the universities that offer technology careers; in addition to guide their thinking to the dependence of research and science. For this reason the present research work is developed on the basis of the need for a machine capable of filling and packaging automatically which is used as part of a process of dehydration in Agro-industrial Engineering Career of the Technical University of Cotopaxi. The packing machine is built with the corresponding material according to standards and technological advances that are within our reach with the easy manipulation of each of them, at the same time providing all the knowledge acquired during the years of study by the research group. The automatic packing machine for grinding and dry food products of 50 g and 100 g powder, consists of the following parts; dispenser, trainer of cover, vertical stamping, sealing horizontal and drag. The filling is formed through a chute shape pyramid truncated for storage of the powder of food product, a screw which is in charge of supplying the dose of just product in each package, it is controlled by a variable speed drive taking into account dosing is done by the number of revolutions of the screw so dose 50 gr. and 100gr. which is coupled by transmission band. The system of shaped liner made using a mold called trainer neck for which the plastic should slide without any difficulty to obtain the required packaging. The system of vertical, horizontal and drag sealing is driven by a cylinder pneumatic of double acting, which has two axes guides, which provides a set pressure which allows the sealing thermos and polyethylene

Key words: Dosed: Vertical, Horizontal and Drag sealing.



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS  
ADMINISTRATIVAS Y HUMANÍSTICAS  
Latacunga – Ecuador

---

## AVAL DE REVISIÓN DEL RESUMEN EN INGLÉS

Yo Mayra C. Noroña Heredia con número de cédula 050195547-0; Docente del Centro Cultural de Idiomas de la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI certifico haber revisado y corregido el resumen en inglés de la Tesis con el tema **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA ENVASADORA AUTOMÁTICA, PARA POLVO DE PRODUCTO ALIMENTICIO MOLIDO Y SECO DE 50g Y 100g, EL MISMO QUE PERMITIRÁ IMPLEMENTAR EQUIPOS DE LABORATORIO EN LA CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, EN EL AÑO 2012”**, realizado por los señores Chisaguano Chicaiza Diego Patricio y Zapata Terán Edgar Marcelo, de la especialidad de Ingeniería Electromecánica, y para que conste a los efectos oportunos, expido el presente documento, a petición de los interesados.

Latacunga, 23 de Septiembre del 2013

Lic. Mayra Noroña Heredia

DOCENTE UTC

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como finalidad diseñar y construir una máquina envasadora para productos alimenticios molidos y secos, acorde al avance tecnológico y científico, al mismo tiempo para satisfacer o resolver necesidades que se presentan en el diario vivir de las personas. La máquina envasadora es uno de los equipos importantes para la implementación del laboratorio en la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI. Con la implementación de la máquina envasadora ayudara a que los estudiantes realicen prácticas de dosificado y sellado permitiendo que desarrollen habilidades y destrezas en los procesos de deshidratación. La máquina envasadora está diseñada para cumplir estándares de desempeño, cumpliendo resultados que serán satisfactorios para los estudiantes, quienes serán los principales beneficiarios al realizar prácticas de laboratorio reforzando sus conocimientos teóricos a la práctica. La automatización de procesos industriales, es la solución a muchos problemas que pueden presentarse dentro de un industria o laboratorios didácticos, la automatización de algún proceso no tiene como finalidad disminuir personal humano, sino más bien incrementar productividad, a la vez mejor eficiencias y utilidad en la empresa. En el desarrollo de esta tesis se analizara, los fundamentos, procesos y enfoques técnicos de acuerdo a los avances científicos y tecnológicos para el diseño, que sirvan de guía y facilitara la toma de decisiones en la realización física de la máquina envasadora para polvos alimenticios molidos y seco de 50 y 100g. El objetivo primordial de esta investigación, además pretende establecer un criterio de Ingeniería adecuado para evaluar y seleccionar de forma acertada las mejores alternativas para conseguir que la máquina envasadora este de acuerdo a la capacidad requerida y sea competitiva en las tareas de trabajo, como en su costo de mercado. Dicha investigación está formada por TRES CAPÍTULOS que son: **PRIMER CAPÍTULO:** Esta detallado todos aquellos conceptos básicos, parámetros de diseño que son consultados, analizados y seleccionados en función a las componentes a ser utilizadas en la construcción de la máquina, además contiene ecuaciones que son importante para el diseño de la máquina. **SEGUNDO CAPÍTULO:** Se hace el análisis de los resultados obtenidos en las encuestas aplicadas a los estudiantes de la carrera de Ingeniería



Agroindustrial, además muestra la factibilidad para llevar a cabo el diseño y construcción de la máquina envasadora que servirá, para conformar parte de equipos del laboratorio en la carrera de Ingeniería Agroindustrial que es de gran importancia, aprovechamiento y de beneficioso en la elaboración de prácticas de procesos agroindustriales, a la vez mejorar la enseñanza teórica-práctica, desarrollando habilidades y destrezas para dirigir las actividades de formación integral del ser humano, formación profesional. **TERCER CAPÍTULO:** Se describe los Pasos para el diseño, cálculos, selección de materiales para la construcción de las partes que conformaran la máquina envasadora, así como la selección de elementos mecánicos, eléctricos, electrónico y neumático , adicional a esto se saca conclusiones y recomendaciones de toda la investigación, al final se adjuntara tablas que contienen información acerca de los materiales seleccionas y utilizados en la construcción de la máquina, planos mecánicos, eléctricos y de programación además de esto se adjunta su manual de operación y de mantenimiento.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1.-ESTUDIO DE LOS PLÁSTICOS

#### *1.1.1.- Generalidades sobre el plástico*

Plásticos, [en línea], disponible en: <http://www.misrespuestas.com/que-es-el-plastico.html>, Dice: “El plástico es un material sólido sintético o semi-sintético, disponible en una amplia variedad de presentaciones, muy utilizado en la elaboración de productos industriales. La palabra plástico puede definir, de manera general, a todas las sustancias sin punto fijo de ebullición, que en un intervalo de temperaturas, son flexibles y elásticas, por lo tanto moldeables y adaptables a diversas formas y aplicaciones”.

Los plásticos proporcionan el balance necesario de propiedades físicas que no pueden lograrse con otros materiales por ejemplo: color, poco peso, tacto agradable y resistencia a la degradación ambiental y biológica que son utilizados para diferente usos dentro de la industria alimenticia, industria automovilística, farmacéutica y entre otros.

### ***1.1.2.- Requerimiento de envases***

Se debe tomar en cuenta que los materiales utilizados para envasar polvo de producto alimenticio molido y seco deben cumplir ciertos requerimientos, los cuales deben proporcionar protección al producto, facilitar su transporte, maniobrabilidad y ser económicos.

Los envases para polvo de productos alimenticios deben cumplir con las siguientes características:

- 1.- No deben permitir el paso de oxígeno, sabores o microorganismos.
- 2.- El sello del envase debe ser hermético, con el fin de evitar que se pierda el producto y facilitar su apertura.
- 3.- El envase debe cumplir propiedades físicas y mecánicas.

### ***1.1.3.- Clasificación de los plásticos***

La clasificación de los plásticos se detalla a continuación:

#### ***1.1.3.1.- Polietileno (pe)***

**Según: Potter Fellows (Tecnología del procesado de los alimentos) 1994**, dice: “El polietileno es químicamente inerte, termoestable, no posee olor alguno y se retrae por calentamiento, es impermeable al vapor de agua (pero bastante permeable a los gases) y es sensible a los aceites y los olores. Es más barato que la

mayor parte de las películas flexibles, por lo que se utiliza mucho, incluso para el envasado” pág. 456.

En la figura 1 se muestra la utilización del polietileno, que son utilizados en la industria alimenticia.

**FIGURA. N.-1**  
**UTILIDAD DE POLIETILENO**



Fuente: [http://www.plastlit.com/industrial\\_polietileno.php](http://www.plastlit.com/industrial_polietileno.php)

#### ***1.1.3.1.1.- Clasificación del polietileno.***

**ECUARED, disponible en: <http://www.ecured.cu/index.php/Polietileno>,** menciona: “Los Polietilenos se clasifican principalmente en base a su densidad (de acuerdo al código ASTM).” Como:

- 1.- Polietileno de Baja Densidad (PEBD o LDPE)
- 2.- Polietileno Lineal de Baja Densidad (PELBD o LLDPE)
- 3.- Polietileno de Alta Densidad (PEAD o HDPE)
- 4.- Polietileno de Ultra Alto Peso Molecular (UHMWPE)

Si la densidad del polietileno aumenta, aumentan también propiedades como la rigidez, dureza resistencia a la tensión, resistencia a la abrasión, resistencia química, punto de reblandecimiento e impacto a bajas temperaturas. Sin embargo, este aumento significa una disminución en otras propiedades como el brillo, resistencia al rasgado y la elongación.

### **Polietileno de Baja Densidad (PEBD)**

Es un material traslúcido, inodoro, con un punto de fusión promedio de 110°C. Tiene conductividad térmica baja. Sus principales aplicaciones son dentro del sector del envase y empaque (bolsas, botellas, películas, sacos, tapas para botellas, etc.) y como aislante (baja y alta tensión).

### **Polietileno Lineal de Baja Densidad (PELBD)**

Presenta una buena resistencia a la tracción, al rasgado y a la perforación o punción, buena resistencia al impacto a temperaturas muy bajas (hasta -95°C) y en películas posee excelente elongación. Sus principales aplicaciones son como película encojible, película estirable, bolsas grandes para uso pesado, acolchado agrícola, etc.

### **Polietileno de Alta Densidad (PEAD)**

Presenta mejores propiedades mecánicas (rigidez, dureza y resistencia a la tensión) que el PEBD y el PELBD, debido a su mayor densidad. Presenta fácil procesamiento y buena resistencia al impacto y a la abrasión. No resiste a fuertes agentes oxidantes como ácido nítrico, ácido sulfúrico fumante, peróxidos de hidrógeno o halógenos. Sus principales aplicaciones son en el sector de envase y empaque (bolsas para mercancía, bolsas para basura, botellas para leche y yogurt, cajas para transporte de botellas, etc.), en la industria eléctrica (aislante para cable), en el sector automotriz (recipientes para aceite y gasolina, y tubos), etc.

## **Polietileno de Ultra Alto Peso Molecular (UHMWPE)**

Es un material altamente cristalino con una excelente resistencia al impacto, aún en temperaturas bajas de  $-100^{\circ}\text{C}$ , tiene muy bajo coeficiente de fricción, no absorbe agua, reduce los niveles de ruido ocasionados por impactos, presenta resistencia a la fatiga y es muy resistente a la abrasión. Tiene muy buena resistencia a medios agresivos, incluyendo, a hidrocarburos aromáticos.

### **1.1.3.1.2.- Características técnicas del polietileno**

Las características técnicas del polietileno son: elasticidad, rotura, densidades, fricción, y temperatura máxima y mínima de trabajo se muestra en tabla N.- 1.

**TABLA N.- 1**

#### **PROPIEDADES DE TODO LOS POLIETILENO**

<b>PROPIEDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>NORMA</b>	<b>POLIETILENO(PE)</b>
Alargamiento a la ruptura	%	DIM53455	800
Conductividad térmica	W/km	DIM 52612	0,43
Coefficiente de dilatación térmica de $20^{\circ}\text{C}$ a $50^{\circ}\text{C}$	m/mK		200-10-6
Coefficiente de fricción			0,2
Densidad	$\text{g}/\text{cm}^2$	DIN 53479	0.95
Dureza de bola	$\text{N}/\text{mm}^2$	DIN 53456	
Dureza "Shore"		DIN 53505	D65
Modulo de elasticidad	$\text{N}/\text{mm}^2$	DIN 53457	900
Punto de fusión	$^{\circ}\text{C}$	ASTM D789	110
Resistencia superficial		DIN 53482	1-1013
Resistencia de impacto	$\text{KJ}/\text{m}^2$	DIN 53453	No es trenca
Resistencia a la tracción	$\text{N}/\text{mm}^2$	DIN 53455	28
Temperatura máximo de uso	$^{\circ}\text{C}$	Normal Con punta	80 110
Temperatura mínimo de uso	$^{\circ}\text{C}$		-100

FUENTE: <http://www.plasticbages.com/caracteristicaspolietileno.html>

### 1.1.3.2.- Polipropileno

Según: **Potter Fellows (Tecnología del procesamiento de los alimentos) 1994**, dice: “El polipropileno es una película traslúcida y brillante, con buena propiedad óptima y muy resistente a la tensión y punción, es impermeable al vapor de agua, los gases, y los olores no afecta al cambio de la humedad en el ambiente” pág. 455

En la FIGURA N.- 2 se muestra las aplicaciones del polipropileno que son utilizados en la automoción, productos para el hogar, electrodomésticos, embalaje, utensilios de laboratorio, botellas, y otra utilidad dentro de la industria.

**FIGURA. N.-2**

#### **UTILIDAD DE POLIPROPILENO**



Fuente: [http:// www.ervisa.com/?lang=es](http://www.ervisa.com/?lang=es)

#### 1.1.3.2.1.- Características técnicas del polipropileno

Las principales características de los polipropilenos se muestran en la tabla N.- 2 que son de mucha importancia conocer la ruptura, conductividad térmica el rango de temperatura para su fusión entre otras cosa.

**Tabla N.- 2**

**PROPIEDADES DEL POLIPROPILENO**

<b>PROPIEDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>NORMA</b>	<b>POLIPROPILENO (PP)</b>
Alargamiento a la ruptura	%	DIM53455	650
Conductividad térmica	W/km	DIM 52612	0,22
Coefficiente de dilatación térmica de 20°C a 50°C	m/Mk		150-10-6
Coefficiente de fricción			0,4
Densidad	$g/cm^2$	DIN 53479	0.91
Dureza de bola	$N/mm^2$	DIN 53456	
Dureza "Shore"		DIN 53505	D73
Modulo de elasticidad	$N/mm^2$	DIN 53457	1.300
Punto de fusión	°C	ASTM D789	164
Resistencia superficial		DIN 53482	5-1013
Resistencia de impacto	$KJ/m^2$	DIN 53453	10
Resistencia a la tracción	$N/mm^2$	DIN 53455	33
Temperatura máximo de uso	°C	Normal Con punta	100 140
Temperatura mínimo de uso	°C		-10

FUENTE: <http://www.plasticbages.com/caracteristicaspolipropileno.html>

**1.2.-DOSIFICADORES**

La dosificación se realiza con el objetivo de envasar un volumen exacto de sólidos o líquidos, de manera que no se arroje ni se desperdicie material ya que esto incurre en un aumento de costo en el producto final.

Los sistemas de dosificación para el envasado de polvo deben ser considerados de acuerdo al tipo de polvo y a la velocidad de envasado; ya que en base a estos parámetros se seleccionara el tipo de mecanismo a usar para dosificar. “El principio de un dosificador es controlar la concentración de los productos agregados y asegurar la mezcla homogénea en un artículo final”

### 1.2.1.- Dosificador a tornillo sin fin.

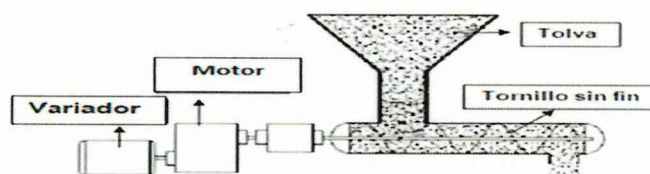
Según **Lionel s. Mark, (Manual de ingeniero mecánico de Marks), octava edición volumen II** Dice: “Los transportadores de tornillo sinfín o espiral tiene un uso muy amplio para materiales pulverizados o granulares, no corrosivos no abrasivos” pág. 10-49

El dosificador a tornillo sin fin está conformado por una tolva cónica (gráfico N.-1), en las que giran un brazo removedor y el tornillo sin fin accionados por motores independientes y de sentido de giro opuesto.

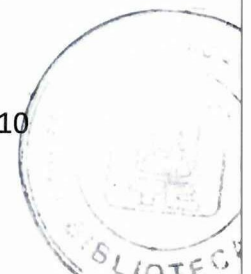
El motor del tornillo está gobernado por un variador de tensión de alta precisión para controlar el número de vueltas del dosificador, permitiendo dosificar la cantidad correcta.

#### GRÁFICO N.-1

#### DOSIFICADOR TORNILLO SIN FIN



FUENTE: Grupo Investigador



En el gráfico N.-1 Muestra un esquema de un dosificador, cuyo elemento principal es un tornillo situado en la parte inferior de la tolva de alimentación y que libera un volumen determinado de producto en cada vuelta del sin fin.

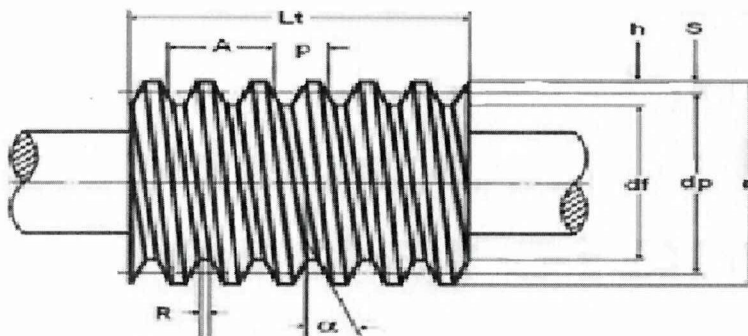
La rapidez del tornillo está dada por un sistema de reducción de velocidad (por engranajes, bandas) agregado a un motor eléctrico o por el acoplamiento del motor a un variador de velocidad. Este tipo de dosificador es el más utilizado dentro de su clase ya sean por su naturaleza de un producto o por las necesidades en la dosificación y por la exactitud en el ingreso de la sustancia.

### 1.2.2.- Tornillo sin fin

ECURED [http://www.ecured.cu/index.php/Transportador\\_de\\_tornillo\\_sin\\_fin](http://www.ecured.cu/index.php/Transportador_de_tornillo_sin_fin) consultado en 15/08/2012; 18:10 menciona lo siguiente: “Son los encargados de la transportación de la carga y se pueden construir de distintas formas en dependencia del material a transportar, del ángulo de inclinación, de las condiciones de trabajo o las capacidades para las cuales se requieran”. En el grafico N.- 2 se muestra las partes del tornillo sin fin.

### GRÁFICO N.- 2

#### PARTES DE UN TORNILLO SIN FIN



FUENTE: Grupo investigador

**Dónde:**

d= Diámetro exterior del tornillo

Dp= Diámetro primitivo

df= Diámetro de fondo

s= Cabeza del filete

h= Profundidad o altura del filete

lt= Longitud del tornillo

p= Paso del tornillo

A = Avance de la hélice

$\alpha$ = Ángulo de la hélice

$N^{\circ}E$ = Número de entradas o filetes

R= Raíz en el tornillo

Lo cual es necesario conocer el ángulo de inclinación, el paso, etc., para ello se aplica las siguientes ecuaciones en el diseño del tornillo sin fin:

$$P' = \frac{\prod}{D_p} \quad \text{Ec. 1.1}$$

$$d = d_p + 2S * p' \quad \text{Ec. 1.2}$$

$$df = d - 2h * p' \quad \text{Ec. 1.3}$$

$$d_p = d - 2S \text{od}_p = \frac{N}{D_p} \quad \text{Ec. 1.4}$$

**h = 0,6866 para una y dos entradas**

**s = 0.3183 para una y dos entradas**

$$A = p' * N^0 E \quad \text{Ec. 1.5}$$

$$\alpha = \text{TAN } \alpha = \frac{A}{d_p x} v \quad \text{Ec. 1.6}$$

$$R = 0.31 * p' \quad \text{Ec. 1.7}$$

$$L_t = (0.02 * N + 4.5) p' \quad \text{Ec. 1.8}$$

### **1.2.3.- Potencia requerida del tornillo sin fin**

Según **Lionel s. Mark, (Manual de Ingeniero Mecánico de Marks), Octava Edición 1982 volumen II** menciona “La potencia necesaria para el transportador horizontal del sinfín, de construcción y paso normal se determina con la siguiente fórmula” pág. 10-50.

Con la cual determinaremos la velocidad requerida para que el tornillo sin fin mueva el producto sin ninguna complicación y para vencer la fricción.

$$H = (ALN + C_c WLF) X 10^{-6} \quad \text{Ec. 1.9}$$

**Dónde:**

A = Factor por el tamaño del transportador (tabla 3)

L= Longitud del transportador (pies)

N= rpm del transportador

C= cantidad de material a transportador (ft/h)

W= Densidad del material a transportar (lb/pies)

F= Factor por el material (tabla 4)

**TABLA N.- 3**

**FACTOR DE TAMAÑO DE TRANSPORTADOR HELICOIDAL (A)**

<b>SE SUPONEN COJINETES DE BRONCE AUTO LUBRICADOS</b>										
Diámetro del transportador, pulg.	6	9	10	12	14	16	18	20	24	
Diámetro del transportador, mm	152	229	254	305	356	406	457	508	610	
Factor A	54	96	114	171	255	336	414	510	690	

**Fuente: Manual de Ingeniero Mecánico de Marks**

**TABLA N.- 4**  
**CAPACIDADES Y VELOCIDADES DE LOS TRANSPORTADORES DE**  
**VELOCIDAD.**

Grupo	Porcentaje máximo de selección transversal ocupada por el material	Densidad máxima del material <i>Lb/pe<sup>3</sup> (Kg/m<sup>3</sup>)</i>	Rpm máxima para diámetros de:	
			152mm(6pulg)	508mm(20pulg)
1	45	50(800)	170	110
2	38	50(800)	120	75
3	31	75(1200)	90	60
4	25	100(1600)	70	50
5	12 ½		30	25

**Fuente: Manual de Ingeniero Mecánico de Marks**

**GRUPO 1:**

Incluye materiales ligeros, como cebada, frijol, granos cerveceros (secos), carbón pulverizado, harina de maíz, harina de semilla de algodón, linaza, harina, malta, avena, arroz, trigo. El valor del factor F es 0.5.

**GRUPO 2:**

Incluye materiales finos y granulares. Los valores de F son alumbre 0,6; carbón 0,9; café en grano 0,4; serrín 0,7; frijol de soya 0,5; ceniza volátil 0,4.

**GRUPO 3:**

Incluye materiales con terrones pequeños mezclados con finos. Los valores de F son: alumbre 1,4; cenizas 4,0; bórax 0,7; granos de cervecera (húmedos) 0,6; semilla de algodón 0,9; sal, gruesa o fina 1,2.

**GRUPO 4:**

Incluye materiales semiabrasivos, finos, granulares, y terrones pequeños. Los valores de F son: fosfato ácido (seco) 1,4; bauxita (seca) 1,8; cemento (seco) 1,4; arcilla 20; sales de plomo 1,0; azúcar sin refinar 1,0.

**GRUPO 5:**

Incluye materiales abrasivos en terrenos que se deben mantener fuera de contacto con los cojinetes de los colgadores. Los valores de F son: cenizas mojadas 5,0; hollín 4,0; cuarzo (pulverizado) 2,5; arena de sílice 2,0; lodos de drenaje (mojados y arenosos) 6,0.

El tamaño del motor eléctrico (potencia requerida del motor), depende de la eficiencia del mismo (por lo general cercana al 90%). Se considera un margen adicional G, como se muestra en la tabla 5, que depende de la potencia.

**TABLA N.-5**

**TABLA MARGEN SEGURIDAD DE LOS MOTORES**

<b>H</b>	1	1-2	2-4	4-5	5
<b>G</b>	2	1.5	1.25	1.1	1

Fuente: Manual de Ingeniero Mecánico de Marks

En base a la tabla anterior se determina la potencia necesaria con la siguiente fórmula:

$$P = \frac{HG}{E} \qquad \text{Ec. 1.10}$$

**Dónde:**

G= Margen de seguridad

P= Potencia del motor (hp)

E= Eficiencia del motor

### **1.3.- SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DEL PRODUCTO.**

Los sistemas de almacenamiento son elementos que sirven para la dosificación de varias materias alimenticias en la cual indicaremos las fórmulas utilizadas para el cálculo del volumen y los tipos existentes de recipiente como almacenadores.

Generalmente son de forma cónica y de paredes inclinadas, de tal forma que la carga se efectúa por la parte superior y la descarga se realice con facilidad.

#### **1.3.1- Tolva**

Según: **Carlos COBOS G.; Antonio RODRÍGUEZ D.** “Geometría para Ingenieros” dice: “Son piezas que sirven para facilitar la carga y descarga de

fluidos y áridos, simple y embudos; sus formas son variadas” pág. 319.

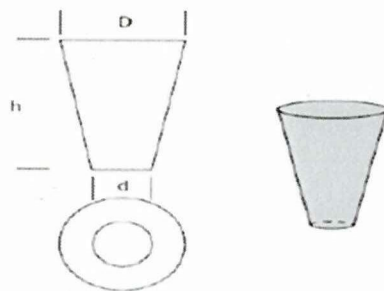
Las cuales suelen tener forma de pirámide o cono invertido, ancho por la parte superior y estrecho y abierto por la inferior como se muestran en la figura N.- 3.

### FIGURA. N.- 3

#### FORMA DE TOLVAS

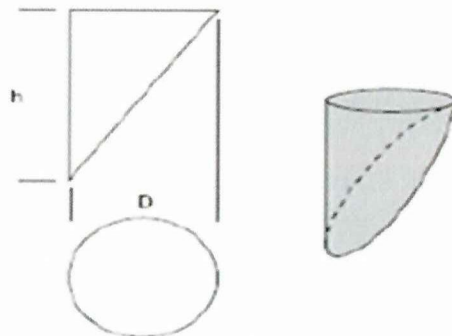
##### Cono truncado

$$V = \frac{\Pi}{12} h(D^2 + dD + d^2) \quad \text{Ec. 1.11}$$



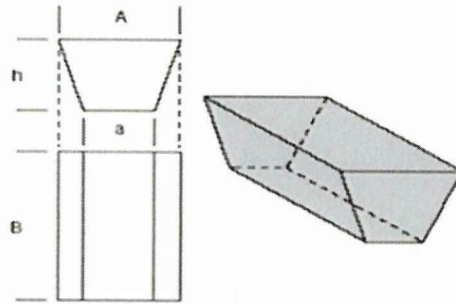
##### Cilindro parcial

$$V = \frac{\Pi}{8} hD^2 \quad \text{Ec. 1.12}$$



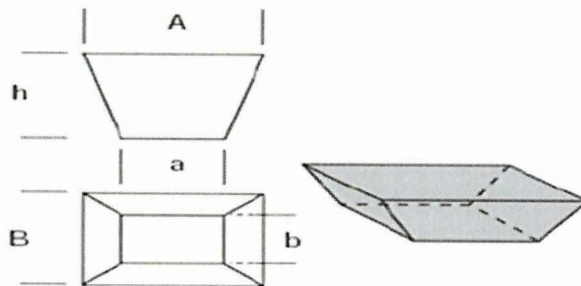
### Prisma trapezoidal

$$V = \left(\frac{a+b}{2}\right) Bh \quad \text{Ec. 1.13}$$



### Pirámide truncada.

$$V = \frac{h}{6} (2AB + Ab + aB + 2ab) \quad \text{Ec. 1.14}$$



### Tolvas más utilizadas

Se utiliza estos tipos de tolvas para garantizar un envasado continuo, con el fin de reducir tiempos muertos que existen cuando el envasado se lo realiza de forma unitaria, lo cual se va a realizar un envasado simultáneo con lo que se obtiene la masa necesaria de la tolva con la siguiente formula.

$$m = p \cdot v \quad \text{Ec. 1.15}$$

**Dónde:**

m = Masa del materia a envasarse

p = Densidad del material,  $g/cm^2$

v = Volumen de la tolva

Esta masa determinara la cantidad exacta necesaria para realizar el envasado continuo, por condiciones de seguridad en el abastecimiento de material se considera un volumen mayor.

**1.3.1.1.- Espesor de placas de la tolva.**

Los esfuerzos en la tolva son relativamente bajos, no obstante se debe realizar los respectivos cálculos para determinar la resistencia mecánica de dicho elemento.

Para determinar la presión interna de las placas se considera la tolva como un recipiente de paredes delgadas para lo cual se tiene que la presión interna máxima que va a soportar la tolva es:

$$p = \frac{m * g * h}{V_{TOLVA}}$$

**Ec. 1.16**

**Dónde:**

P= Presión interna ( $N/m^2$ )

m= Masa en tolva llena.

$g$ = Gravedad  $9.8m/s^2$ .

$h$ = Altura de la tolva.

$V$  tolva= Volumen de la tolva.

Los esfuerzos a los que está sometida la tolva se asemejan a los esfuerzos a los que están sujetos a los cilindros de paredes delgadas por lo que se presentan dichos esfuerzos en la ecuación.

$$\sigma_t = \frac{pd_t}{2t}, \sigma_l = \frac{pd_t}{4t} \quad \text{Ec. 1.17}$$

**Dónde:**

$\delta t$ = Esfuerzo tangencial ( $N/m^2$ ).

$\delta l$ = Esfuerzo longitudinal ( $N/m^2$ ).

$d_i$ = Diámetro medio (m).

$p$ = Presión interna, 2352 ( $N/m^2$ ).

$t$ = Espesor de la placa (m).

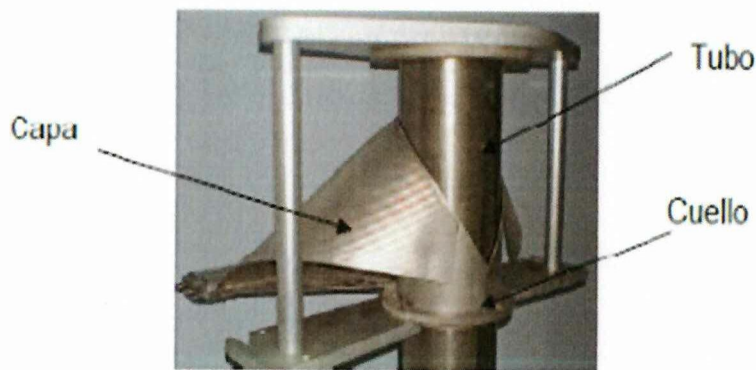
#### 1.4.- SISTEMA DE FORMACIÓN DE LA FUNDA.

El formado de la funda se lo realiza con un molde que está construido en acero inoxidable debido a que está en contacto con el material que contiene el producto a envasar, para formar la manga se pasa la lámina de plástico por el formador mostrado en la Figura N.- 4, lo que permite formar la manga de plástico. El diseño del sistema de formado de la funda se lo ha realizado de tal forma que la lámina

de plástico se deslice con facilidad y sin problema a través del mismo, evitando el maltrato de la funda ya formada, y el cuello formador consta de las siguientes partes:

**FIGURA. N.- 4**

**CUELLO FORMADOR DE FUNDA**



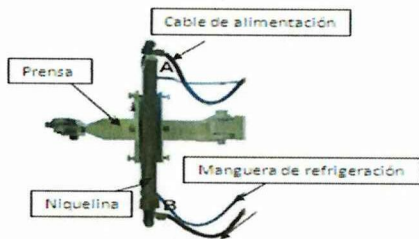
**FUENTE: Grupo investigador**

**1.5.- SELLADO VERTICAL Y HORIZONTAL.**

El mecanismo empleado para el sellado vertical y horizontal, está compuesta por una prensa de material de aluminio con conducto interno para la refrigeración y una resistencia eléctrica (niquelina), la prensa es accionada mediante el cilindro de doble efecto el cual encargada de proveer la presión necesaria sobre el plástico para que este sea sellado, al energizar la resistencia eléctrica y al estar el vástago del cilindro en el exterior presionando el plástico se produce el sellado de la manga; por la manguera refrigerante ingresara agua hacia el ducto interno de la prensa para estabilizar la temperatura en el proceso de sellado o soldado de la lámina de plástico. En la Figura N.- 5 se muestra el sellado vertical y en la Figura N.- 6, Se muestra el sistema de sellado horizontal, en las figuras mencionados se muestra toda las partes principales de las prensas.

**FIGURA. N.- 5**

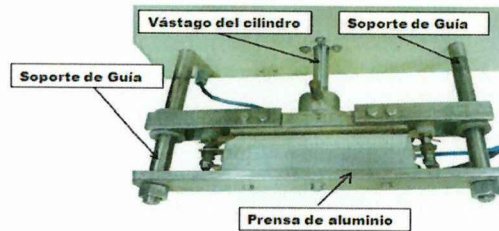
**PRENSA DE SELLADO VERTICAL**



**FUENTE: Grupo investigador**

**FIGURA. N.- 6**

**PRENSA DE SELLADO Y CORTE HORIZONTAL**



**FUENTE: Grupo investigador**

### **1.5.1.- Arrastre del plástico**

El equipo que permite efectuar el arrastre y el formado de la manga de plástico, existiendo varios mecanismos por ejemplo el que está constituido por (un motor reductor, rodillos de caucho, cadena y engranajes o por un pistón neumático): el cual es el encargado de transferir la energía mecánica, constituyéndose en un conjunto mecánico que es el encargado de la sujeción y arrastre de la manga plástica formada. En la Figura N.- 7 se muestra un conjunto de arrastre mediante un pistón neumático de doble que es acoplado a unas guías para el arrastre del plástico

**FIGURA. N.- 7**

**ARRASTRE POR CILINDRO NEUMÁTICO**



**Fuente: Grupo investigador**

## 1.6.- NEUMÁTICA

Según **Marcial CARROBLES M. y Félix RODRIGUEZ G.** “**Manual de mecánica industrial NEUMÁTICA E HIDRÁULICA**” dice: “Que la neumática se puede definir como la técnica de aplicación y utilización racional del aire comprimido” (cap.1).

El aire comprimido, como energía para su utilización y refuerzos de recursos físicos, es una de las más antiguas que se conocen. La aplicación de la neumática es como consecuencia de una necesidad cada vez más acuciante de la automatización y racionalización del trabajo mediante la utilización del aire como materia principal.

### 1.6.1.- Actuadores Neumáticos

El trabajo realizado por un actuador neumático puede ser lineal o rotativo. El movimiento lineal se obtiene por cilindros de embolo, estos también proporcionan movimiento rotativo con un ángulo de hasta  $270^{\circ}$  por medio de actuadores de tipo de paleta y de piñón – cremallera, y motores neumáticos de rotación continua.

#### 1.6.1.1.- Cilindro neumático de movimiento lineal

Según **Paraninfo Thonson (Neumática SMC)**, dice: “Un cilindro neumático Consiste en un cilindro cerrado con un pistón interior que desliza y que transmite su movimiento al exterior mediante un vástago” pág.97 como se muestra en la Figura N.-8.

**FIGURA N.- 8**

**CILINDRO NEUMÁTICO DE MOVIMIENTO LINEAL**



FUENTE: Libro de Hoerbiger – Origo

Los actuadores neumáticos son de dos tipos:

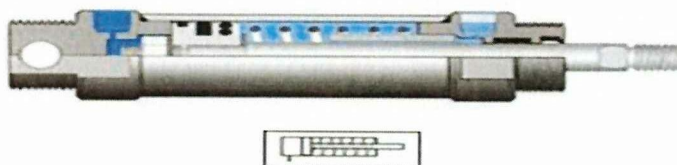
**1.6.1.2.-. Cilindro de simple efecto.**

Un cilindro de simple efecto desarrolla un trabajo solo en un sentido. El emboló se hace retornar por medio de un resorte interno o por algún otro medio externo como carga, movimiento mecánico, etc.

Puede ser de tipo “vástago retraído” o “vástago extendido”, siendo el primero de ellos el más utilizado. Su forma constructiva se muestra en la figura N.- 9.

**FIGURA N.- 9**

**CILINDRO DE SIMPLE EFECTO**



FUENTE: <http://automatastr.galeon.com/a-actuador.htm>

Los cilindros de simple efecto se utilizan para sujetar, marcar, expulsar, etc. Tiene un consumo de aire algo más bajo que el cilindro de doble efecto de igual tamaño. Sin embargo, hay una reducción de impulso debido a la fuerza contraria del resorte, así que puede ser necesario un diámetro interior más grande. También la adecuación del resorte tiene como consecuencia una longitud global más larga y una longitud de carrera limitada.

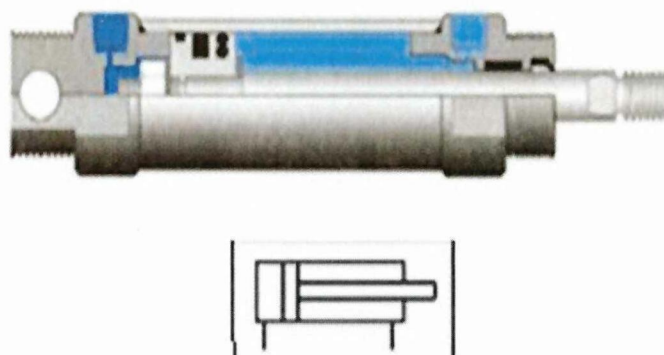
### 1.6.1.3.- Cilindro de doble efecto

Con este actuador, el trabajo se desarrolla en las dos carreras de salida y retroceso, dado que la presión del aire se aplica alternativamente a los lados opuestos del embolo como se muestra en la figura 10.

El impulso disponible en la carrera de retroceso es menor debido a que el área efectiva del embolo es más pequeña, pero se trata solo de una consideración si el cilindro tiene que “mover” la misma carga en los dos sentidos.

**FIGURA N.- 10**

### **CILINDRO DE DOBLE EFECTO**



FUENTE: <http://automatastr.galeon.com/a-actuador.htm>

### 1.6.2.- Características principales de los cilindros.

Según: **Paraninfo Thonson (Neumática SMC)** dice: “Las características principales que define un buen actuador neumático lineal son las siguientes” pág. 98 – 99.

- 1.- Que su montaje o instalación sea lo más simple y rápida.
- 2.- Que su vida útil sea lo mas larga posible.
- 3.- Que existan gran variedad de diseños para adaptarlos a diversas necesidades.
- 4.- Que puedan utilizarse con o sin lubricación.
- 5.- Que pueda resistir los esfuerzos de tracción, compresión, así como la temperatura, sin deformarse.
- 6.- Que tenga gran capacidad de amortiguación.
- 7.- Que tenga posibilidad de detectar su posición de carrera.

#### 1.6.2.1.- Fuerza del cilindro

La fuerza del cilindro es una función del diámetro del cilindro, de la presión del aire y del roce del embolo, que depende de la velocidad del embolo y que se toma en el momento de arranque. La fuerza que el aire ejerce sobre el pistón de doble efecto es:

$$F_2 = F_1 / \lambda \quad (\text{Fuerza real necesaria en el cilindro}) \quad \text{Ec. 1.18}$$

$$F_T = \frac{F_2}{\mu} \quad (\text{Fuerza teórica}) \quad \text{Ec. 1.19}$$

Siendo el área:

$$A_s = \frac{\pi D^2}{4 \cdot 100} \text{ cm}^2 \text{ en avance} \quad \text{Ec.20}$$

$$A_r = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4 \cdot 100} \text{ cm}^2 \text{ en retroceso} \quad \text{Ec.21}$$

**Dónde:**

$F_1$  = Fuerza necesaria para realizar el trabajo, Kgf

$F_1$  = Fuerza real necesaria en el cilindro, Kgf

$F_T$  = Fuerza teórica del cilindro, kgf

$\lambda$  = Factor de carga para producir la aceleración

Velocidad normal 0,7

Velocidad alta 0,4 / 0,5

$\mu$  = Eficiencia o rendimiento interno

D = Diámetro del cilindro, mm

d = Diámetro del embolo, mm

P = Presión relativa del trabajo, bar

Equivalencias del bar con unidades de presión utilizadas son:

1 Bar = 0.987 atmosfera = 1,02 kg/cm<sup>2</sup> = 1.020cm.c.d.a.=750 mm.c.d.Hg

Para los cilindros de simple efecto (Figura N.- 11), la fuerza es la diferencia entre la fuerza del aire y la del muelle.

$$F = K * X \quad \text{Ec. 1.22}$$

**Dónde:**

F= Fuerza del resorte (Newton).

K= Constante del resorte (N/mm).

X= Elongación

En definitiva, el cálculo de la fuerza real del cilindro de simple efecto, quedaría de la siguiente forma:

$$F_{\text{real}} = P \left( \frac{\pi D^2}{4.100} \right) - (K * X) \quad \text{Ec. 1.23}$$

#### 1.6.2.2.- Consumo de aire del cilindro neumático

El cálculo del consumo de aire para un cilindro de doble efecto se obtiene del volumen del cilindro a utilizar para lo cual tenemos la siguiente ecuación:

$$V_{\text{cil}} = \frac{\pi*(2D^2-d^2)}{4} * L \quad \text{Ec. 1.24}$$

**Dónde:**

Vcil= Volumen del cilindro ( $m^3$ )

L= Longitud del cilindro (cm)

Y para determinar el volumen del aire que consume el cilindro neumático se tiene la siguiente ecuación:

$$V_{\text{aire}} = \frac{P_{\text{abs}} \cdot V_{\text{cil}}}{P_{\text{atm}}} \quad \text{Ec. 1.25}$$

**Dónde:**

Vcil= volumen del cilindro ( $cm^3$ )

Vaire= volumen del aire ( $cm^3$ )

Pabs= presión absoluta ( $Kg/cm^3$ )

Patm= presión atmosférica ( $Kg/cm^2$ )

**1.6.2.3.- Caudal**

El cálculo del caudal según el manual de mecánica industrial neumática e hidráulica II; se define caudal como “la cantidad de fluido pasa por una determinada sección de un ducto por unidad de tiempo” para lo cual se aplica la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{V}{t} \quad \text{Ec. 1.26}$$



**Dónde:**

Q= Caudal (l/min)

V= Volumen (L)

t= Tiempo (min)

### 1.6.3.- Válvulas Neumáticas

Para el tratamiento de la información y órganos de mando es preciso emplear aparatos que controlen y dirijan el aire comprimido de forma preestablecida, lo que obliga a disponer de una serie de elementos que efectúen las funciones deseadas relativas al control y dirección del flujo del aire comprimido.

La gran evolución de la neumática ha hecho, a su vez, evolucionar los procesos para el tratamiento y amplificación de señales y, por tanto, hoy en día se dispone de una gama muy extensa de válvulas y distribuidores que nos permiten elegir el sistema que mejor se adapte a la necesidad.

Las válvulas en términos generales, Según **Marcial Carrobles M. y Félix Rodríguez G. (Manual de mecánica industrial Neumática e Hidráulica)** dice: que las válvulas tienen las siguientes misiones:

- 1.- Mandar o regular la puesta en marcha de un circuito, o pararlo.
- 2.- Regular la presión.
- 3.-Regular caudal.
- 4.- Dirigir el aire comprimido en dirección que previamente se haya establecido.

Estas válvulas se pueden clasificar por el número de orificios y por el número de posición.

#### 1.6.4.- Electroválvula

Según **Vicente Lladonosa (Circuitos Básicos de Electroneumatica)** Dice: “Las electroválvulas son auxiliares de mando que liberan, bloquean o desvían el paso de un fluido en función del cierre o apertura de su circuito eléctrico constituido por un electroimán”. Pág. 53

Estas válvulas se utilizan cuando la señal proviene de un temporizador eléctrico, un final de carrera eléctrico, mandos electrónicos, y para usar mandos con aire a presión y corriente eléctrica es necesario recurrir a sistemas de conversión. Estos convertidores son electroválvulas como se muestra en la Figura N.- 11, que se encargan de convertir las señales eléctricas en señales neumáticas. Estas electroválvulas están compuestas de una válvula neumática y de una unidad de conmutación eléctrica (cabezal electromagnético).

**FIGURA. N.- 11**  
**ELECTROVÁLVULA**



FUENTE:<http://limacallao.olx.com.pe/electrovalvulas-para-aire-iid-205531869>

### **1.6.5.- Reguladores de velocidad de caudal**

El caudal o cantidad de flujo que pasa por una conducción es fácilmente regulable, simplemente estrangulando el paso, o lo que es lo mismo, disminuyendo la sección del conducto. Este caudal, puede ser regulado en ambos sentidos, o bien, solo en uno de ellos.

Las válvulas reguladoras de caudal Figura N.-12, son las más utilizadas para el control de la velocidad de los actuadores, debido que en un sentido regulan el caudal del flujo y en el otro no.

**FIGURA. N.- 12**

#### **REGULADOR DE CAUDAL**



**FUENTE:**[http://www.industriasociadas.com/Inicio/Neumatica/Neum\\_Acces.htm](http://www.industriasociadas.com/Inicio/Neumatica/Neum_Acces.htm)

### **1.7.- ELEMENTOS MECÁNICOS.**

#### **1.7.1.- Definición de elementos mecánicos.**

Un sistema mecánico es un conjunto de elementos dinámicamente relacionados, que permiten producir, transmitir, regular o modificar movimiento.

Concierne a la parte relacionada con la estructura mecanismos. Etc. Que permiten que la máquina sea capaz de desempeñar su función de una manera eficiente.

## **Los principales elementos que conforman el sistema mecánico son:**

- 1.- Cojines de elementos rodantes (Rodamientos).
- 2.- Motores.
- 3.- Transmisión de potencia.
- 4.- Ejes.

### **1.7.1.1.- Cojines de elementos rodantes (rodamientos)**

Según **Bernard J. Hamrock, Bo. Jacobson, Steven R. Schmidt (Elementos de Maquina)** dice: “Los cojines de elementos rodantes son elementos de máquina precisos, aunque simples y de gran utilidad, cuya superficie no son concordante y su movimiento es de rodamiento principalmente” pág. 541

Estos elementos mecánicos cuyo propósito es aportar carga y al mismo tiempo permitir el movimiento relativo entre dos elementos como parte de una máquina. Las cargas radiales actúan hacia el centro del rodamiento, estas cargas son comúnmente causadas por elementos de transmisión de potencia, como los engranajes rectos, las poleas para bandas en “v” y la transmisión por cadena.

Las cargas de empuje son aquellas que actúan paralelas a la línea central del eje. Los componentes axiales de las fuerzas sobre engranajes helicoidales, coronas-sinfines, engranajes cónicos, son cargas de empuje.

También los rodamientos que sostienen ejes verticales están sujetos a cargas de

empuje causadas por el peso del eje y por los elementos en el eje, así como también las fuerzas axiales de operación. Para disminuir esta fricción se lubrica el rodamiento creando una película de lubricante entre las bolas y la pista de rodadura. Las bolas, en su trayectoria circular, están sometidas alternativamente a cargas y descargas, lo que produce deformaciones alternantes, que a su vez provocan un calor de histéresis.

#### **1.7.1.2.- Clasificación de los rodamientos**

Los rodamientos se clasifican según la carga que soporta, capacidad de carga radial como se muestra en el ANEXO N.- 1

### **1.7.2.- Transmisión de potencia por banda.**

#### **1.7.2.1.- Definición**

Según: **Schaum (Diseño de Maquinas)** dice: “Las correas planas y las correas en “V” se pueden emplear para transmitir potencia de un eje a otro, cuando no se necesita mantener una razón de velocidad exacta entre los dos ejes” pág. 290

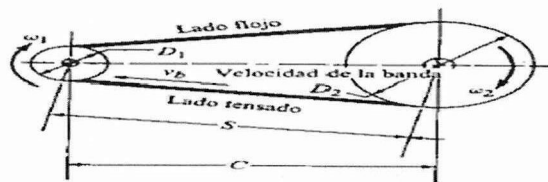
Una banda es un elemento flexible capaz de transmitir potencia, puede acoplarse en forma ajustada sobre un conjunto de poleas o poleas diseñadas a la forma de la banda “V”, en la figura N.- 13 se muestra su disposición básica.

En el caso de reducción de relación de velocidad entre dos ejes se utiliza el caso más común, la polea acanalada más pequeña se monta en la flecha de alta

velocidad, como la flecha de un motor eléctrico, la polea de mayor tamaño se monta en la máquina que es impulsada. La banda se diseña de manera que gire alrededor de las dos poleas sin que patine o se deslice.

**FIGURA. N.- 13**

**COMPONENTES DE UNA BANDA**



FUENTE: Joseph E. Shigley, Diseño de Ingeniería Mecánica

Existen cuatro tipos de banda más utilizada como se muestra en la tabla 6 que son:

**TABLA. N.- 6**

**TIPOS DE BANDA**

TIPO DE BANDA	FIGURA	JUNTA	INTERVALO DE TAMAÑO	DISTANCIA ENTRE CENTROS
Plana		Si	$t = 0.03 \text{ in} - 0.20 \text{ in}$ $t = 0.75 \text{ mm} - 5 \text{ mm}$	No hay límites superior
Redonda		Si	$d = \frac{1}{2} \text{ in} - \frac{3}{4} \text{ in}$	No hay límites superior
Trapezoidal / "V"		Ninguna	$t = 0.31 \text{ in} - 0.91 \text{ in}$ $t = 8 \text{ mm} - 19 \text{ mm}$	Limitada
Reguladora		Ninguna	$p \geq \text{mm}$	Limitada

FUENTE: Joseph E. Shigley, Diseño de Ingeniería Mecánica

### 1.7.2.2.- Relación de transmisión

La transmisión de velocidad por banda además de transmitir movimiento y fuerza se usan para aumentar o reducir velocidad entre las poleas conductoras y conducidas para que esta relación se aplique se utiliza la siguiente ecuación:

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{D_2}{D_1} \quad \text{Ec. 1.27}$$

#### Dónde:

I= Relación de transmisión

$\omega_1$ = Velocidad angular de la polea conductora de diámetro mayor

$\omega_2$ = Velocidad angular de la polea conducida de diámetro menor

$D_1$ = Diámetro de la polea conductora

$D_2$ = Diámetro de la polea conducida

### 1.7.2.3.- Cálculo de la longitud de la correa

Para calcular la longitud de la correa de la banda está dada en función al diámetro de la polea conductora y conducida, para lo cual se utiliza la siguiente ecuación:

$$L = 2 * C + 1.57(D - d) + \frac{(D-d)^2}{4*C} \quad \text{Ec. 1.28}$$

**Dónde:**

L= Longitud de la banda (m)

C= Distancia entre centros (m)

D= Diámetro mayor (m)

d= Diámetro menor (m)

Luego de determinar la longitud de la banda se realiza el cálculo para determinar la distancia real entre centros con la siguiente ecuación:

$$C = \frac{[L - 1.57(D+d) - (D-d)^2 / 1.57(L-R)]}{2} \quad \text{Ec. 1.29}$$

**Dónde:**

L= Longitud de la banda (m)

C= Distancia entre centros (m)

D= Diámetro mayor (m)

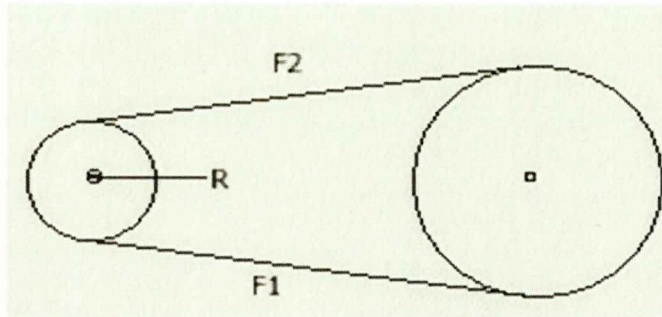
d= Diámetro menor (m)

**1.7.2.4.- Tensiones sobre la polea**

Para determinar la tensión sobre las poleas se debe considerar el momento de torsión de entrada que se aplica a la polea conductora como se muestra en el gráfico N.- 3.

### GRÁFICO N.-3

#### MOMENTO DE TORSOR Y FUERZA DE UNA POLEA



FUENTE: Grupo Investigador

EL cálculo de la tensión se lo realiza con la siguiente ecuación:

$$M = (F1 - F2) * r \quad \text{Ec. 1.30}$$

**Dónde:**

M= Momento o par de torsión (m-N)

F1= Fuerza del lado tenso (N)

F2= Fuerza del lado flojo (N)

r= Radio de la polea (m)

Calculado la tensión  $T = (F1 - F2)$  vendrá dado por

$$(F1 - F2) = \frac{M}{r} \quad \text{Ec. 1.31}$$

La relación de tensión es constante debido al rozamiento entre la banda y le poleas y se determina por la siguiente ecuación:

$$\frac{F1}{F2} = e^{Vr\beta} \quad \text{Ec. 1.32}$$

**Dónde:**

V= Factor de la banda (3.07)

r= Coeficiente de fricción  $(0.54 - 43) / (100 + V_0)$

Ve= Velocidad inicial (m/s)  $= D * W / 2$

$\beta$ = Angulo de contacto en radianes  $= (180 - 57.3(D-d)/c) * \pi / 180$

La tensión será la suma de todas las fuerzas aplicada teniéndola siguiente ecuación.

$$F1 + F2 = T \quad \text{Ec. 1.33}$$

**Dónde:**

T= Tensión resultante (N)

F1= Fuerza de lado tenso (N)

F2= Fuerza de lado flojo (N)



## 1.8.- LA AUTOMATIZACIÓN

### 1.8.1.- Definición

Según **PIEDRAFITA, Ramón. (1991). Ingeniería de la Automatización Industrial.** Menciona: la automatización es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos (pág.8).

Hasta no hace mucho tiempo el control de procesos industriales se venía haciendo de forma cableada por medio de contactores y relés.

El operario que se encontraba a cargo de este tipo de instalaciones, se le exigía tener altos conocimientos técnicos para poder realizarlas y posteriormente mantenerlas. Además cualquier variación en el proceso suponía modificar físicamente gran parte de las conexiones de los montajes, siendo necesario para ello un gran esfuerzo técnico y un mayor desembolso económico.

En la actualidad no se puede entender un proceso complejo de alto nivel desarrollado por técnicas cableadas. El ordenador y los autómatas programables han intervenido de forma considerable para que este tipo de instalaciones se hayan visto sustituidas por otras, contraladas de forma programada con el uso de equipos sofisticado dentro del mundo industrial.

Según **Ortiz Hugo (Instrumentación y Sistema de Control)(1998)**, dice: “En la actualidad existe una amplia variedad de sistemas y procesos en los cuales se

opera con una mínima o sin intervención humana, ya que existen controles modernos, que mediante la utilización de sensores son capaces de manipular las variables de su entorno como temperatura, volumen, presión, corriente eléctrica, etc., permitiendo a los equipos realizar ajustes en su estructura y poder manipular estos cambios, a lo que se define como automatización”( pág.23).

#### ***1.8.1.1.- Objetivos de la automatización***

Para **BALCELLS, Josep y ROMERAL, José Luis, (1997). Autómatas Programables, los objetivos de la automatización son (pág.73):**

- Mejorar la productividad de la empresa, reduciendo los costos de la producción y mejorando la calidad de la misma.
- Mejorar las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo los trabajos penosos e incrementando la seguridad.
- Realizar las operaciones imposibles de controlar intelectual o manualmente.
- Simplificar el mantenimiento de forma que el operario no requiera grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo.

#### **1.8.1.2.-Controlador lógico programable (Plc LOGO)**

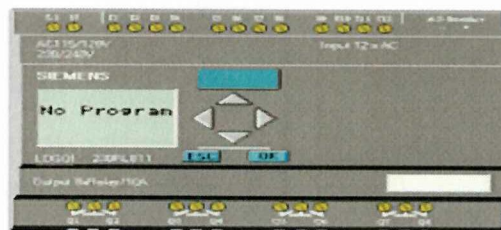
Un autómata programable industrial (API) o Programable logiccontroller (PLC) Figura N.-14, es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático,

diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial, procesos secuenciales.

Según **Porras – Montanero, “Autómatas Programables” (1997)** lo define como toda máquina electrónica, diseñada para controlar en tiempo real y en medio industrial procesos secuenciales. Su manejo y programación puede ser realizada por personal eléctrico o electrónico sin conocimientos informáticos Realiza funciones lógicas: series, paralelos, temporizaciones, contajes y otras más potentes como cálculos, regulaciones, etc.” (pág.10).

**FIGURA. N.- 14**

**PLC LOGO (CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE)**



**FUENTE:** <http://maleonhe.blogspot.com/2010/05/plc.html>

Un PLC LOGO trabaja basándose en la información recibida por los captadores y el programa lógico interno, actuando sobre los accionadores de la instalación, su programación se lo realiza de una forma sencilla, con la 6 teclas que están situada en su parte frontal. La visualización del programa, estado de entradas y salidas, parámetros, etc., se realiza en una pequeña pantalla LCD de forma grafica.

Las aplicaciones del PLC LOGO son normalmente hechos a la medida del sistema, incluyen lógica para implementar bucles analógicos, “proporcionales,

integrales y derivados” o un controlador PID, Un bucle PID podría ser usado para controlar la temperatura de procesos de fabricación.

### ***1.8.1.3.- Características de los plc logo***

Trabaja con voltaje de 110 o 240 voltios los cuales se van a utilizar en los otros actuadores.

- Tiene entradas analógicas y digitales así como salidas digitales.
  
- La programación es de fácil aspecto

### ***1.8.1.4.- Campo de aplicación***

Según **Porras – Montanero “autómatas programables” (1997)**, dice “el PLC por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. La constante evolución del hardware y software amplía continuamente este campo para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el espectro de sus posibilidades reales” (pág. 12).

Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario realizar procesos de maniobra, control, señalización, etc., por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industrial de cualquier tipo al de transformaciones industriales, control de instalaciones, etc.

Sus reducidas dimensiones, la extremada facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o

alteración de los mismos, etc., hace que su eficacia se aprecie fundamentalmente en procesos industriales que tengan una o varias de las siguientes necesidades:

- Procesos secuenciales.
- Maquinarias de procesos variables.
- Instalaciones de procesos complejos y amplios.
- Chequeo de programación centralizada de las partes de proceso.
- Maniobra de máquinas y maniobras de instalación.
- Señalización y control.

#### ***1.8.1.5.- Ventajas del plc logo***

- Menor tiempo de elaboración de proyectos.
- Posibilidad de añadir modificaciones sin costo añadido en otros componentes.
- Mínimo espacio de ocupación.
- Menor costo de mano de obra.
- Mantenimiento económico.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con el mismo autómata.
- Menor tiempo de puesta en funcionamiento.

### **1.8.1.6.- Desventajas del plc logo**

- Adiestramiento de técnicos.
- Costo para aplicación menores.
- El día de hoy los inconvenientes se han hecho nulos, ya que todas las carreras de ingeniería incluyen la automatización como una de sus asignaturas. En cuanto al costo tampoco hay problema, ya que hay autómatas para todas las necesidades y a precios ajustados.

## **1.9.- VARIADOR DE FRECUENCIA**

### ***1.9.1.- Generalidades***

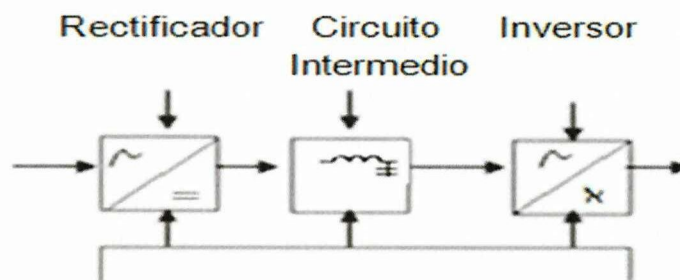
El variador de frecuencia regula la frecuencia del voltaje aplicado al motor, logrando modificar su velocidad. Sin embargo, simultáneamente con el cambio de frecuencia, debe variarse el voltaje aplicado al motor para evitar la saturación del flujo magnético con una elevación de la corriente que dañaría el motor.

Un regulador electrónico de velocidad o variador de frecuencia está formado por circuitos que incorporan transistores de potencia como el IGBT (transistor bipolar de puerta aislada) o tiristores, siendo el principio básico de funcionamiento transformar la energía eléctrica de frecuencia industrial en energía eléctrica de frecuencia variable. Esta variación de frecuencia se consigue mediante dos etapas en serie. Una etapa rectificadora que transforma la corriente alterna en continua, con toda la potencia llamado circuito intermedio y otra inversora que transforma

la corriente continua en alterna, con una frecuencia y una tensión regulables. Todo el conjunto del convertidor de frecuencia tiene el nombre de inversor, como se muestra en el gráfico N.- 4).

#### GRÁFICO N.- 4

##### ETAPA FUNCIONAMIENTO DE UN VARIADOR DE FRECUENCIA



FUENTE: Grupo Investigador

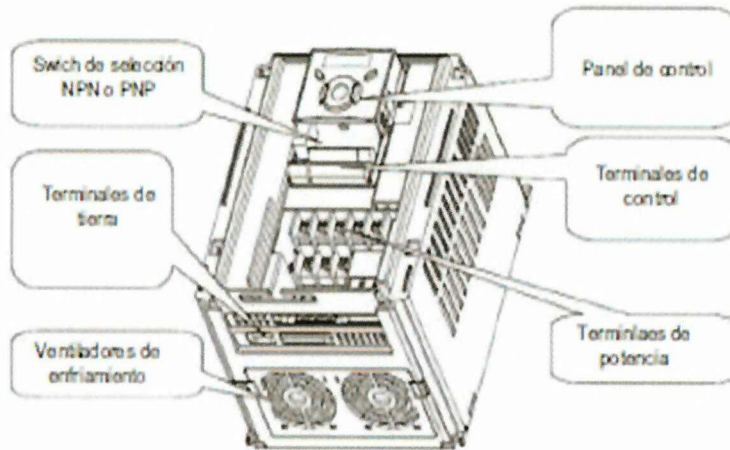
El modo de trabajo puede ser manual o automático, según las necesidades del proceso, dada la enorme flexibilidad que ofrecen los reguladores de velocidad, permitiendo hallar soluciones para obtener puntos de trabajo óptimos en todo tipo de procesos, pudiendo ser manejados por ordenador, PLC, señales digitales o de forma manual.

La mayoría de las marcas incluyen dentro del propio convertidor protecciones para el motor, tales como protecciones contra sobre intensidad, sobre temperatura, fallo contra desequilibrios, defectos a tierra, etc., además de ofrecer procesos de arranque y frenados suaves mediante rampas de aceleración y de frenado, lo que redundará en un aumento de la vida del motor y las instalaciones.

Los variadores de velocidad tienen una configuración como la Figura N.- 15, en la que se puede observar la distribución de los elementos que la constituyen.

**FIGURA. N.- 15**

**PARTES DE UN VARIADOR DE FRECUENCIA**



**FUENTE: Grupo Investigador**

**1.9.2.- Ventajas al utilizar un variador de frecuencia**

El uso de convertidores de frecuencia e un enorme potencial para ahorro de energía disminuye la velocidad del motor en muchas aplicaciones. Además aportan los siguientes beneficios:

- Mejora el proceso de control y por lo tanto la calidad del producto.
- Se puede programar un arranque suave, parada y freno.
- Amplio rango de velocidad, par y potencia.
- Puede controlar varios motores.
- Respuesta dinámica comparable con los drivers de DC.

- Capacidad de bypass ante fallos del variador.
- Protección integrada del motor.
- Marcha paso a paso.

### **1.9.3.- Tipos de control de velocidad que permite un variador de frecuencia**

Con respecto a la velocidad los convertidores suelen permitir dos tipos de control:

**Control manual de velocidad.-**La velocidad puede ser establecida o modificada manualmente (display de operador). Posibilidad de variación en el sentido de giro.

**Control automático de velocidad.-** Utilizando realimentación se puede ajustar la velocidad automáticamente. Esta solución es la ideal para su instalación en aplicaciones en las que la velocidad demandada varía de forma continua.

## **CAPÍTULO II**

### **ANÁLISIS DE RESULTADOS**

En la presente investigación muestra la factibilidad para llevar a cabo el diseño y construcción de la máquina envasadora automática de polvos de productos alimenticios molido y seco de 50g y 100g ya que servirá para conformar parte de equipos del laboratorio en la carrera de Ingeniería Agroindustrial, que es de gran importancia, aprovechamiento y beneficioso para los estudiantes en la elaboración de prácticas de procesos agroindustriales, permitiéndoles también mejorar el nivel académico de los estudiantes.

Los tipos de investigación utilizados para el desarrollo del proyecto fueron:

#### **Descriptiva**

Al aplicar la investigación descriptiva se pudo conocer la realidad que enfrentan los estudiantes de la carrera de Ingeniería Agroindustrial al no tener laboratorios para la ejecución de prácticas.

#### **De campo**



La investigación fue desarrollada en la carrera de ingeniería Agroindustrial de la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, para entender cuál es el tipo de problema que esta presenta en dicha carrera y encontrar las posibles soluciones.

### **Encuesta**

La encuesta se empleó con el fin de recopilar información que proporcionan los estudiantes de la carrera de Ingeniería Agroindustrial de la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, la cual se encuentra en el **ANEXO 2**.

## **2.2.-ANÁLISIS, RESULTADOS Y COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

La encuesta aplica por el grupo investigador, está dirigida a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Agroindustrial de la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, con la información obtenida se podrá establecer que es necesario la construcción de la máquina envasadora, la misma que cuenta con la aplicación de actuadores neumáticos, para controlar el sistema de sellado y arrastre, control industrial el cual permitirá crear un sistema automatizado por medio de un PLC (logo), tanto el diseño mecánico, eléctrico y el desarrollo del manual de operación y mantenimiento de la máquina envasadora para el desarrollo de prácticas en los laboratorio de la carrera mencionada.

La encuesta se aplica a 145 estudiantes de diversos cursos de la carrera y los resultados se muestra en el **ANEXO 3**, ya que es importante conocer la opinión de cada uno de los estudiantes de cada ciclo de la carrera de Ingeniería Agroindustrial de la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.

### ***2.2.1.- Análisis e interpretación de los resultados de la encuesta aplicada a los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial.***

En el **ANEXO 3** se puede observar los resultados detallados de la encuesta realizada a 145 estudiantes de la carrera de Ingeniería Agroindustrial de la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI. A la vez en el **ANEXO 2** se observa el modelo de la encuesta realizada a los estudiantes de la U.T.C. esta consta de ocho preguntas claras y concretas las cuales son de tipo cerradas debido a que sus datos son de fácil reconocimiento.

A continuación se presenta de una forma clara y precisa los resultados obtenidos en el proceso de investigación, mediante diversas tablas y gráficos para un mejor entendimiento de los resultados obtenidos en las encuestas.

Con esto se conseguirá que docentes y alumnos compartan experiencias en el campo técnico práctico y así de esta manera contribuir con el desarrollo del conocimiento de los futuros profesionales

### 2.2.1.1.- PREGUNTA N.- 1

¿Con que frecuencia Ud. realiza prácticas de laboratorio referente a la dosificación y pesaje de un producto?

**TABLAN.- 7 INTERPRETACIÓN PREGUNTA 1**

RESPUESTA	ENCUESTADOS	PORCENTAJE
<b>Semanal</b>	24	17%
<b>Quincenal</b>	37	25%
<b>Mensual</b>	84	58%
<b>TOTAL:</b>	145	100%

**FUENTE: Grupo Investigador**

### GRAFICO N.- 5

**ANÁLISIS DE RESULTADO- PREGUNTA 1**



**FUENTE: Grupo Investigador**

El 58% de los estudiantes encuestados mencionan que **mensualmente** realizan prácticas de laboratorio referente a la dosificación y pesaje de un producto, esto quiere decir que los estudiantes realizan prácticas una vez por mes, por falta de maquinarias en los laboratorios de dicha carrera.

### 2.2.1.2.- PREGUNTA N.- 2

¿Cree Ud. Que sea viable la construcción de la máquina envasadora para polvos de productos alimenticios molido y seco, para la implementación del laboratorio de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial?

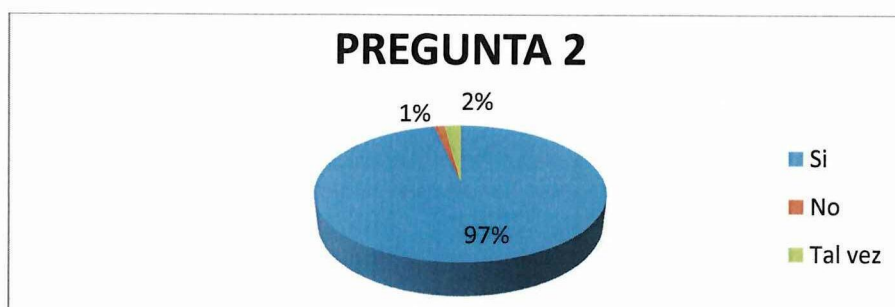
**TABLA N.- 8 INTERPRETACIÓN PREGUNTA 2**

RESPUESTA	ENCUESTADOS	PORCENTAJE
Si	140	97%
No	2	1%
Tal vez	3	2%
<b>TOTAL:</b>	145	100%

**FUENTE: Grupo Investigador**

**GRAFICO N.-6**

**ANÁLISIS DE RESULTADO- PREGUNTA 2**



**FUENTE: Grupo Investigador**

Los encuestados manifiestan en un 97% que **SI** es viable la construcción de la máquina envasadora para polvos de productos alimenticios molido y seco, para la implementación del laboratorio de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial

### 2.2.1.3.- PREGUNTA N.- 3

El diseño y construcción de la máquina envasadora automática de polvos alimenticios molido y seco ¿Será de beneficio para el laboratorio de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial?

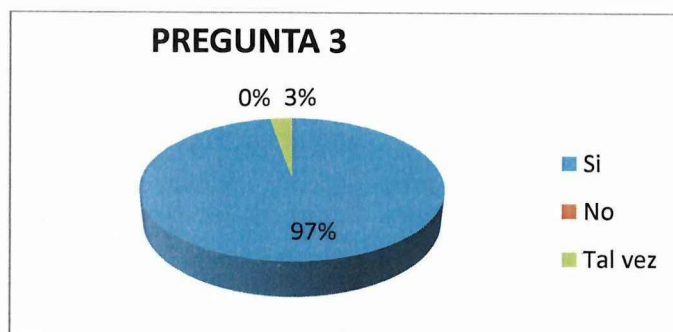
**TABLA N.- 9 INTERPRETACIÓN PREGUNTA 3**

RESPUESTA	ENCUESTADOS	PORCENTAJE
Si	141	97%
No	0	0%
Tal vez	4	3%
<b>TOTAL:</b>	145	100%

**FUENTE: Grupo Investigador**

### GRAFICO N.-7

**ANÁLISIS DE RESULTADO- PREGUNTA 3**



**FUENTE: Grupo Investigador**

De los alumnos encuestados el 97% manifiestan que con el diseño y construcción de la máquina envasadora automática **SI** será de beneficio para implementar el laboratorio de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial.

#### 2.2.1.4.- PREGUNTA N.- 4

Al contar con la máquina envasadora de polvo alimenticio molido y seco. ¿Les servirá como medio de aprendizaje?

**TABLA N.- 10 INTERPRETACIÓN PREGUNTA 4**

RESPUESTA	ENCUESTADOS	PORCENTAJE
Si	142	98%
No	1	1%
Tal vez	2	1%
<b>TOTAL:</b>	145	100%

**FUENTE: Grupo Investigador**

#### GRAFICO N.-8

**ANÁLISIS DE RESULTADO- PREGUNTA 4**



**FUENTE: Grupo Investigador**

El 98% de los alumnos encuestados determinan que al contar con la máquina envasadora de polvo alimenticio molido y seco **SI** les servirá como medio de aprendizaje en los procesos de envasados.

### 2.2.1.5.- PREGUNTA N.- 5

¿Cuál debería ser la capacidad de envasado promedio por minutos de la máquina envasadora, para la práctica de procesos agroindustriales?

**TABLA N.- 11 INTERPRETACIÓN PREGUNTA 5**

RESPUESTA	ENCUESTADOS	PORCENTAJE
<b>5 fundas/min</b>	24	17
<b>7 fundas/min</b>	37	26
<b>10 fundas/min</b>	84	58
<b>TOTAL:</b>	145	100

**FUENTE: Grupo Investigador**

### GRAFICO N.- 9

**ANÁLISIS DE RESULTADO- PREGUNTA 5**



**FUENTE: Grupo Investigador**

El 58% de los encuestados manifiestan que la capacidad de envasado promedio debe ser **10 fundas/min**, para optimizar tiempo en el proceso de envasado en el momento de realizar prácticas de laboratorio referente a la dosificación y pesaje.

### 2.2.1.6.- PREGUNTA N.- 6

6.- Al realizar prácticas en la máquina envasadora. ¿Cree Ud. que mejorara el conocimiento profesional?

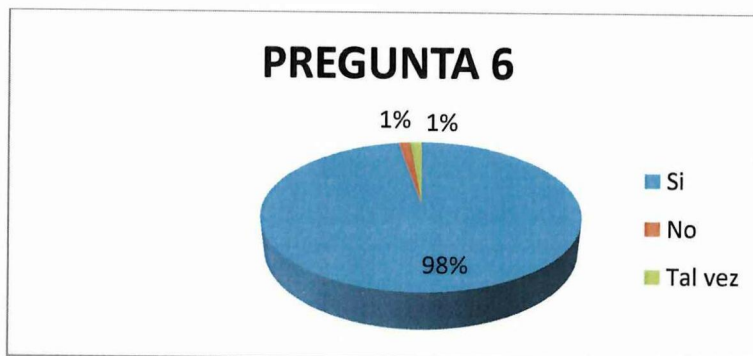
**TABLA N.- 12 INTERPRETACIÓN PREGUNTA 6**

RESPUESTA	ENCUESTADOS	PORCENTAJE
Si	141	98
No	2	1
Tal vez	2	1
<b>TOTAL:</b>	145	100

**FUENTE: Grupo Investigador**

**GRAFICO N.-10**

**ANÁLISIS DE RESULTADO- PREGUNTA 6**



**FUENTE: Grupo Investigador**

El 98% de los estudiantes encuestados manifiestan que al realizar prácticas en la máquina envasadora, **SI** mejorarán sus conocimientos profesionales para, así salir bien preparados al mundo profesional.

### 2.2.1.7.- PREGUNTA N.- 7

¿Considera Ud. que la máquina debe ser construida con materiales adecuados para productos alimenticios cumpliendo así estándares de calidad?

**TABLA N.- 13 INTERPRETACIÓN PREGUNTA 7**

RESPUESTA	ENCUESTADOS	PORCENTAJE
Si	142	98
No	3	2
Tal vez	0	0
<b>TOTAL:</b>	145	100

**FUENTE: Grupo Investigador**

**GRAFICO N.- 11**

**ANÁLISIS DE RESULTADO- PREGUNTA 7**



**FUENTE: Grupo Investigador**

El 98% de los encuestados manifiestan que la máquina envasadora **SI** debe ser construida en materiales adecuados para productos alimenticios y cumplir con estándares de calidad, para la realización de prácticas.

### 2.2.1.8.- PREGUNTA N.- 8

Al implementar una máquina envasadora en el laboratorio de la carrera de Ingeniería Agroindustrial. ¿Cree Ud. que le permitirá mejorar sus habilidades y destrezas?

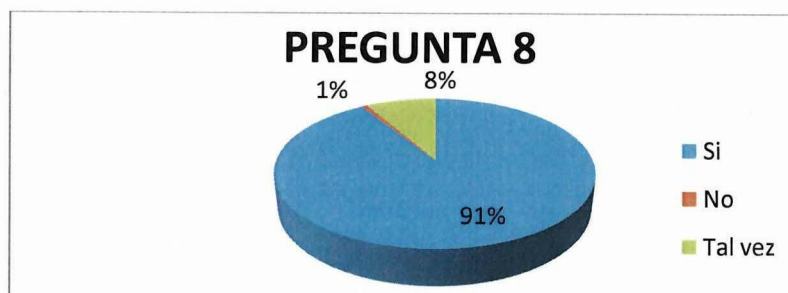
**TABLA N.- 14 INTERPRETACIÓN PREGUNTA 8**

RESPUESTA	ENCUESTADOS	PORCENTAJE
Si	132	91
No	1	1
Tal vez	12	8
<b>TOTAL:</b>	145	100

**FUENTE: Grupo Investigador**

**GRAFICO N.- 12**

**ANÁLISIS DE RESULTADO- PREGUNTA 8**



**FUENTE: Grupo Investigador**

El 91% de los estudiantes encuestados **SI** creen que al implementar la máquina envasadora les permitirá mejorar sus habilidades y destrezas referentes a la dosificación y pesaje de un producto.

## **2.3.- VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

Con los resultados de la encuesta realizada a los alumnos de la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, carrera de Ingeniería Agroindustrial, se concluye que la ejecución y el desarrollo del proyecto es factible, ya que la máquina envasadora automática para polvo de producto alimenticio molido y seco, sirve para la realización de prácticas de procesos agroindustriales tanto de dosificación y pesaje de un producto, tomando en cuenta que la mayoría de encuestados manifiestan que con la implementación de esta máquina envasadora automática, en el laboratorio permitirán desarrollar habilidades y destrezas en los estudiantes además podrán poner en práctica conocimientos teóricos obtenidos en las aulas.

El proyecto consiste en dejar implementando el laboratorio de la carrera de Ingeniería Agroindustrial con una máquina envasadora automática para polvo de producto alimenticio molido y seco; con la cual se contribuye al crecimiento de la Universidad y al mismo tiempo se consolida la educación técnica-práctica de los alumnos de la especialidad de Ingeniería Agroindustrial. De esta manera la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, estará al mismo nivel de las mejores universidades y politécnicas del país; por lo tanto los futuros profesionales de la universidad tendrán las mismas oportunidades de trabajo en el campo laboral.

De acuerdo a los resultados obtenidos, y al análisis de la encuesta efectuada a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Agroindustrial de la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, es factible realizar la propuesta de: Diseño y construcción de una máquina envasadora automática para polvo de producto alimenticio molido y seco de 50gr y 100gr, que permitirá conformar equipos de laboratorio para la Carrera. Este desarrollo se hace a continuación en el capítulo III

## 2.4.- COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

### HIPÓTESIS:

¿El diseño y construcciones de la máquina envasadora automática, para polvo de productos alimenticio molido y seco de 50g y 100g, permitirá conformar equipos didácticos para implementar el laboratorio de la carrera de Ingeniería Agroindustrial?

<b>Categorías</b>	<b>Afirmación positiva</b>	<b>Afirmación negativa</b>	<b>Afirmación de probabilidad</b>	<b>Total</b>
<b>Frecuencias observadas</b>	139	2	4	145
<b>Frecuencias esperadas</b>	145	0	0	145

De las encuestas aplicadas a los estudiantes se divide en tres categorías, preguntas con respuestas positivas, preguntas con respuestas negativas y preguntas con respuestas de probabilidad.

$$\text{Frecuencia observada } (f_0) \left\{ \begin{array}{l} 0_1 = \text{Afirmación positiva} \\ 0_2 = \text{Afirmación negativa} \\ 0_3 = \text{Afirmación de probabilidad} \end{array} \right.$$

$$\text{Frecuencia esperada } (f_e) \begin{cases} e_1 = \text{Afirmación positiva} \\ e_2 = \text{Afirmación negativa} \\ e_3 = \text{Afirmación de probabilidad} \end{cases}$$

Los niveles de significancia ( $\alpha$ ) son:

a) 0,05

b) 0,01

Aplicando la fórmula del chi-cuadrada ( $X^2$ ) se tiene lo siguiente:

$$X^2 = \frac{(O_1 - e_1)^2}{e_1} + \frac{(O_2 - e_2)^2}{e_2} + \frac{(O_3 - e_3)^2}{e_3}$$

$$X^2 = \frac{(139 - 145)^2}{145} + \frac{(2 - 0)^2}{0} + \frac{(4 - 0)^2}{0}$$

$$X^2 = 0,248$$

Luego el número de categorías es  $K=3$ , por tener tres categorías afirmativa, negativa y de probabilidad, calculando el número de grado de libertad es:

$$v = k - 1$$

$$v = 3 - 1$$

$$v = 2$$

- a) El valor crítico  $\chi_{.95}^2$  con 2 grados de libertad es 5.99 (**VER ANEXO 4**).  
Por lo tanto, como  $0,248 < 5,99$  , al nivel de significancia 0,05 se acepta la hipótesis.
- b) El valor crítico  $\chi_{.99}^2$  con 2 grados de libertad es 9,25 (**VER ANEXO 4**).  
Por lo tanto, como  $0,248 < 9.25$  , al nivel de significancia 0,01 se acepta la hipótesis.

Con estos resultados se concluye que al utilizar dos niveles de significancia diferentes y por los resultados obtenidos la hipótesis es aceptada.

## **CAPÍTULO III**

**3.1.- TEMA:** "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA ENVASADORA AUTOMÁTICA, PARA POLVO DE PRODUCTO ALIMENTICIO MOLIDO Y SECO DE 50g Y 100g, EL MISMO QUE PERMITIRÁ IMPLEMENTAR EQUIPOS DE LABORATORIO EN LA CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, EN EL AÑO 2012”.

### **3.2.- OBJETIVO GENERAL:**

- Diseñar e implementar una máquina envasadora para polvos de productos alimenticios molidos y secos, mediante la utilización de materiales existente en el mercado, para la implementación de un laboratorio en carrera de Ingeniería Agroindustrias de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

#### **3.2.1.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Recopilar información de libros, folletos y manuales de máquinas industriales, etc., para buscar mecanismos que nos permita la construcción de la máquina envasadora.
- Realizar los cálculos de las piezas mecánicas, mediante datos obtenidos para el diseño de la máquina.

- Construir las piezas mecánicas de acuerdo a los planos, normas y materiales existentes en el mercado, para el ensamblaje total de la máquina envasadora.

### **3.3.-JUSTIFICACIÓN**

La evolución tecnológica, la automatización en los procesos agroindustriales, son ítems que globalizan al planeta, acrecientan la competitividad de los estudiantes de Ingeniería, para contribuir con sus conocimientos a las pequeñas, medianas y grandes empresas para hacer de Ecuador un país competitivo en el ámbito de la industria y por ende de las Universidades que ofertan carreras tecnológicas; además de orientar su pensamiento a la dependencia de la investigación y la ciencia. Lo cual ha motivado a la carrera de Ingeniería Electromecánica a la ejecución del programa, manejo, uso y optimización de materiales en el cual consta el diseño y construcción de una máquina envasadora automática mediante materiales existentes dentro del mercado de la industria metalúrgica, para la implementación de un laboratorio en la Carrera de Ingeniería Agroindustrial.

Contando con la adecuada documentación virtual, avances tecnológicos que están a nuestro alcance con la fácil manipulación de cada uno de ellos, conocimientos adquiridos en los años de estudios por parte del grupo investigador, además contando con herramientas informáticas de diseño aspectos que permiten una contextura bien fundamentada en la finalización del presente proyecto.

La finalidad de este proyecto fue el diseño e implementación de una máquina envasadora automática para polvo de productos alimenticios molido y seco, de 50g y 100g, con el motivo principal de incrementar una máquina en el laboratorio de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, que permitirán generar investigación,

dotando de conocimientos prácticos a los estudiantes, adicional a esto; el estudiante tendrá la oportunidad de manipular la máquina y comprender de mejor manera el proceso de envasado de alimentos como parte del proceso de deshidratación.

El diseño e implementación de la máquina envasadora automática para polvo de productos alimenticios molido y seco de 50g y 100g, es factible porque forma parte del laboratorio de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, que sirve de gran ayuda a los estudiantes, concisamente actualizando y culturalizando sus conocimientos, futuros profesionales que ocuparan lugares de trabajo destinados a los procesos de envasados, logrando de esta manera un mejor desenvolvimiento en el campo profesional y al mismo tiempo se fortalecerá el prestigio de nuestra querida universidad.

### **3.4.- PARÁMETROS DE LA MÁQUINA**

Luego de realizar la encuestas y realizar el análisis estadístico pertinente se considera como método más adecuado que el desarrollo de la investigación se realice a base de los resultados obtenidos tras haber desarrollado la toma de datos, como se muestra en el capítulo anterior, teniendo en cuenta que la máquina debe cumplir los siguientes requerimientos:

- La máquina envasadora que se requiere debe ser automática capaz de desarrollar el envasado y pesaje en forma individual.
- El sistema de envasado será complemento del proceso de dosificación con un pesaje de 50g y 100g de polvo alimenticio molido y seco.

- La capacidad de envasado máximo debe de ser 10 fundas/ minuto.
- De fácil operación y mantenimiento.

### **3.5.- CÁLCULO, DISEÑO Y SELECCIÓN DE LA MÁQUINA ENVASADORA**

#### **3.5.1.- Selección del dosificador**

Para seleccionar y diseñar el dosificador se tomó en cuenta el tipo de producto que va a ser envasado (polvo), el ideal para este tipo de producto es el dosificador tornillo sin fin, seleccionado el dosificador es necesario saber qué tipo de tolva es la adecuada para almacenar el producto sin dificultad al momento del envasado, también tomando en cuenta el sistema de transmisión de potencia (polea motor) la cual será controlada mediante un variador de frecuencia que nos dará la velocidad requerida para el arrastre del producto.

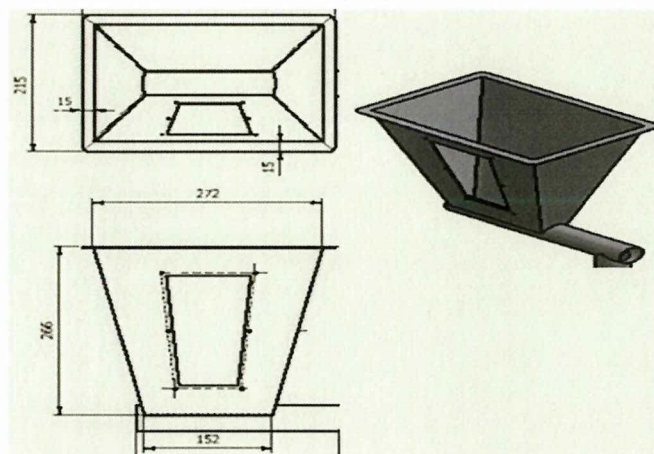
La corrosión es uno de los factores que también se debe considerar, por lo cual es necesario utilizar materiales adecuados de acuerdo a las condiciones ambientales y dichos materiales debe ser utilizados en todo los componentes que tengan contacto directo con el producto alimenticio, para ello se utiliza el acero inoxidable **AISI 304** cuyas propiedades físicas, mecánicas y químicas se observa en el **ANEXO 5** respectivamente.

#### **3.5.2.- Diseño y cálculo de la tolva**

Sabiendo el producto que se va envasar (**CAPÍTULO I F=0.5**), tiempo de envasado (10 fund./seg.), volumen de cada funda (50g Y 100g) se procede a la selección de la tolva, para lo cual se utilizara la tolva pirámide truncada ya que tiene las características necesarias para la selección en el grafico N.-13 muestra las dimensiones de la tolva, a la vez todo su diseño se puede observar en el plano UTC-001-500-600.

### GRAFICO N.-13

#### DIMENSIONES TOLVA PIRÁMIDE TRUNCADA



FUENTE: Grupo investigador

Para determinar el volumen total de la tolva se utiliza la ecuación 1.14:

$$V = \frac{h}{6} (2AB + Ab + aB + 2ab)$$

$$V = \frac{26,6\text{cm}}{6} ((2 * 27,2\text{cm} * 18,5\text{cm}) + (27,2\text{cm} * 3,81\text{cm}) + (15,2\text{cm} * 18,5\text{cm}) + (2 * 15,2\text{cm} * 3,81\text{cm}))$$

$$V = \frac{26,6\text{cm}}{6} (1507,056\text{cm}^2)$$

$$V = 6681,3 \text{ cm}^3$$

Se utilizara estos tipo de tolvas para garantizar un envasado continuo, con el fin de reducir tiempos muertos, conociendo la densidad de la harina (**TABLA N.-4**)  $0,8\text{gr}/\text{cm}^3$  y conociendo el volumen de la tolva  $6681,2816 \text{ cm}^3$  se calcula la masa aplicando la **ecuación 1.15**.

$$m = \rho * v$$

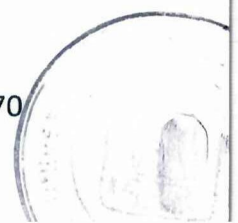
$$m = 0,8\text{g}/\text{cm}^3 * 6681,281\text{cm}^3$$

$$m = 5345,02528\text{g} = 11.8 \text{ lb.}$$

En conclusión la máquina puede envasar aproximadamente 53,45 fundas de 100gr en un tiempo de 5.34 min. Y 106,90 fundas con un peso de 50gr en un tiempo de 10.6 min.

Para calcular la presión interna de la placa de la tolva se aplica la **ecuación 1.16**

$$p = \frac{m * g * h}{V_{\text{TOLVA}}}$$



$$p = \frac{5345,02528\text{gr} * 980\text{cm/s}^2 * 26,6\text{cm}}{6681,2816\text{cm}^3}$$

$$p = 208,5 \text{ dinas/cm}^2 = 20.85 \text{ Pa}$$

### 3.5.3.- Diseño y cálculo del tornillo sin fin

Como se mencionó anteriormente los mecanismos de dosificación más utilizados en la industria alimenticia, tal como los polvos son por vibración y por un transportador de tornillo sin fin, es así que se optó por el segundo ya que este nos ofrece mayor precisión en el control de la cantidad de polvo que se desea dosificar.

Para el diseño del tornillo sin fin se menciona todo los cálculos a realizar en el apartado **1.2.2 del capítulo I**, adicional a esto existe la **NORMA CEMA** (Conveyor Equipment Manufacturers Association) # 350, en esta explica los diferentes factores que se deben tomar en cuenta para el correcto diseño del transportador, con la diferencia que en esta norma menciona el diseño del tornillo sin fin a partir de un diámetro de 4 pulgadas y una longitud de 4 metros. Otros aspectos que se tomaron en cuenta antes de la selección del tornillo sin fin son los siguientes:

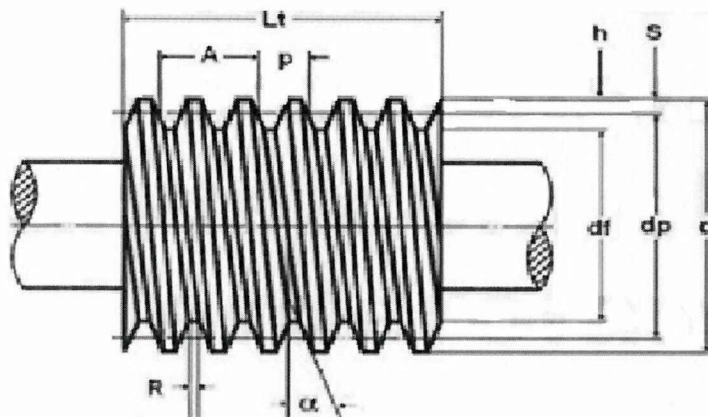
- Tipo de material a transportar.
- Capacidad en gr/min.
- Distancia de material a transportar.

- Cualquier factor adicional que pueda afectar el transportador o las operaciones.

La solución inmediata que se dio al problema del diseño del tornillo sin fin, fue la investigación y recolección de información de libros de diseños de engranajes de tornillos sin fin tales como **DISEÑO DE MAQUINAS DE ROBERT L. NORTON**, **DISEÑO DE MÁQUINAS DE SCHAUM**, **DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA DE SHIGLEY**, y el **MANUAL DE INGENIERO MECÁNICO DE LIONEL S. MARK** que menciona acerca de procesos de dosificación semejantes que se utilizan en la industria, es así que se logró determinar y diseñar un tornillo sin fin de acuerdo a las necesidades que se requiere ver partes principales (figura N.-16).

**FIGURA N.-16**

**PARTES PRINCIPALES DEL TORNILLO SIN FIN**



FUENTE: Grupo investigador.

Para el diseño del tornillo sin fin se utiliza un eje de acero inoxidable por cuanto estará en contacto con el producto y para ello se aplica las siguientes ecuaciones en el diseño del tornillo sin fin teniendo como datos el diámetro exterior del eje de

3,81 cm, la profundidad o altura del filete ( $h=0,6866$  para una y dos entradas) y la cabeza del filete ( $s=0,3183$  para una y dos entradas) el ángulo de inclinación  $\alpha=82^{\circ}$  : Considerando el diámetro exterior y aplicando la **ecuación 1.1** determinamos el paso del tornillo sin fin.

$$P' = \frac{\Pi}{D_p}$$

$$P' = \frac{\Pi}{3,81cm}$$

$$P' = 0,8cm$$

Aplicando la **ecuación 1.2** podemos terminar el diámetro primitivo del tornillo sin fin.

$$d_p = d - 2S * p'$$

$$d_p = 3,81cm - (2 * 0,3183 * 0,8cm)$$

$$d_p = 3,5cm$$

Conociendo el paso y aplicando la **ecuación 1.3** se realiza el cálculo del diámetro de fondo.

$$df = d - 2h * p'$$

$$df = 3.81cm - (2 * 0,6866 * 0,8cm)$$

$$df = 2,7cm$$

Una vez que se conoce el diámetro de fondo calculamos el avance del tornillo mediante la **ecuación 1.5**.

$$A = p' * N^0 E$$

$$A = 0,8cm * 1$$

$$A = 0,8cm$$

Conociendo el avance se calcula el ángulo de inclinación con la **ecuación 1.6**.

$$\alpha = \text{TAN } \alpha = \frac{A}{d_p * \Pi}$$

$$\text{TAN } \alpha = \frac{0,8cm}{3,5cm * \Pi}$$

$$\text{TAN } \alpha = 0.073$$

$$\alpha = 4,2$$

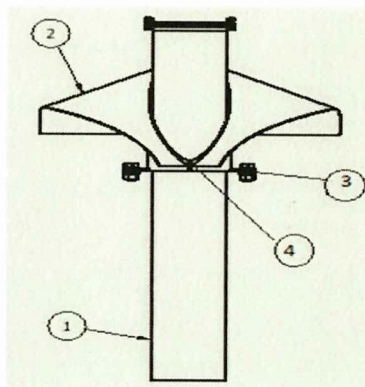
### 3.5.4.- Diseño y cálculo del sistema de formación de la funda

El formador de la funda para envasado se realiza a partir de un rollo de lámina plástica (polietileno), el cual al pasar por un formador da lugar a la formación de un tubo continuo que primero será sellado verticalmente, sellado horizontal, llenado y cortado la funda.

El formador de funda se lo realiza tal forma que el plástico se deslice sin ninguna dificultad evitando así el maltrato del polietileno, y consta de las siguientes partes como se muestra en la grafico N.- 14

#### GRAFICON. - 14

#### PARTES DEL FORMADOR DE FUNDA 1.-TUBO DOSIFICADOR 2-4.- ALAS DE MOLDEO 3.-BASE DEL FORMADOR



FUENTE: Grupo investigador

Partiendo desde perímetro total de la funda (23cm), se procederá a realizar el cálculo del diámetro de la funda.

$$D_f = \frac{pf}{\pi}$$

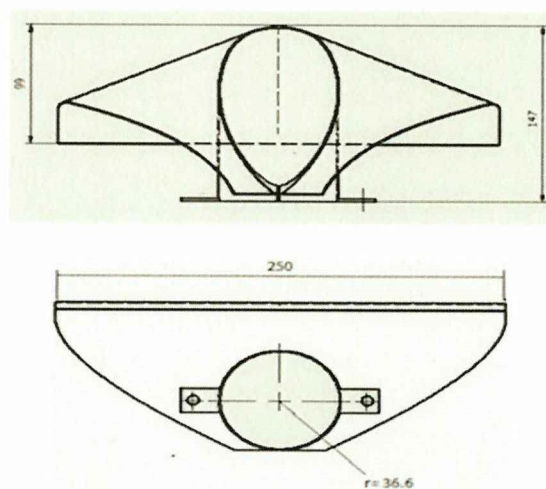
$$D_f = \frac{23cm}{\pi}$$

$$D_f = 7,32 \text{ cm} = 73,2 \text{ mm}$$

Una vez calculado el diámetro de la funda se procede al diseño del cuello formador de funda para ello debe tener las siguientes dimensiones ver grafico N.-15. Y plano UTC-001-600-701

### GRAFICO N.-15

#### DIMENSIONES DEL CUELLO FORMADOR



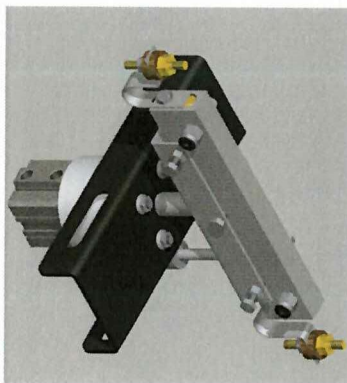
FUENTE: Grupo Investigador

### **3.5.5.- Diseño del sellado horizontal, vertical y corte del plástico**

El mecanismo utilizado para el sellado vertical, sellado horizontal y corte es por el sistema neumático ya que el elemento principal es un cilindro doble efecto como se muestra en la grafico N.- 16 este acciona la mordaza así produciendo un sellado en el polietileno.

#### **GRAFICO N.-16**

#### **CILINDRO NEUMÁTICO DOBLE EFECTO ADAPTADO A LA PRENSA VERTICAL**



**FUENTE: Grupo investigador**

#### **3.5.5.1.- Sellado vertical**

El mecanismo para el sellado horizontal está formado por cilindro neumático de doble efecto compacto como muestra la figura N.- 16, una mordaza de aluminio que encima lleva una resistencia que es aislada con una cinta aisladora de temperatura. La mordaza es la encargada de proporcionar la fuerza necesaria para el sellado de la manga del plástico, para estabilizar la temperatura del soldado de

la lamina plástica se realiza mediante un sistema de refrigeración y el sellado se produce por la corriente que pasa por la resistencia produciendo un calor sobre ella.

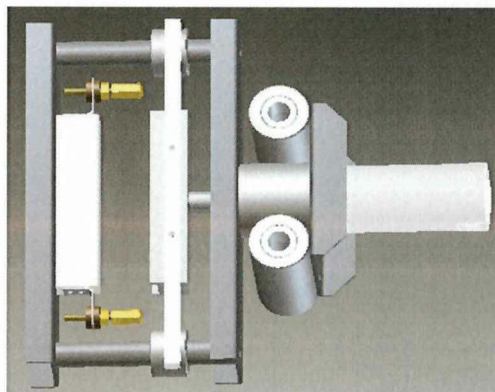
Para el sellado vertical se toma en cuenta la temperatura de fusión del Polietileno de Baja Densidad (PEBD) que es 110°C y la requerida para el sellado vertical en este caso es más o menos 80 °C la cual es controlado por un termorregulador.

### **3.5.5.2.- Sellado horizontal y corte**

El sellado horizontal tiene el mismo mecanismo que el sellado vertical como se muestra en el grafico N.-17, con la diferencia que a este se aplica mayor temperatura para el sellado y corte del polietileno, sabiendo que la temperatura de fusión del Polietileno de Baja Densidad (PEBD) que es 110°C y la requerida para el sellado horizontal, y lograr el corte del plástico en este caso la temperatura es de 100°C.

**GRAFICO N.-17**

### **PRENSA HORIZONTAL**



**FUENTE: Grupo Investigador**

### **3.5.5.3.- Cálculo y Selección, de los actuadores neumáticos**

Para seleccionar un actuador neumático es importante conocer la fuerza del cilindro, consumo del aire, caudal, a la vez cada una de ellas será analizada, por la cual en el **ANEXO 6** se puede observar algunas características generales, también es importante algunas de estas características:

- Que su montaje o instalación sea lo más simple y rápida.
- Que su vida útil sea lo más larga posible.
- Que existan gran variedad de diseños para adaptarlos a diversas necesidades.
- Que pueda resistir los esfuerzos de tracción, compresión, así como la temperatura, sin deformarse.
- Que tenga gran capacidad de amortiguación.
- Que tenga posibilidad de detectar su posición de carrera.

El sistema neumático está realizado de acuerdo a las necesidades de la máquina tales como son: el sellado vertical, sellado horizontal y el arrastre, el diseño se puede ver en el **ANEXO 13**.

#### **3.5.5.3.1.- Cálculo de la fuerza del cilindro neumático para el sellado vertical**

Para determinar la fuerza del cilindro neumático para el sellado vertical se utiliza la **ecuación 1.18**, el cual permitirá que el sellado sea de manera correcta sin

causar daños en el plástico.

$$F_2 = F_1/\lambda \text{ (Fuerza real necesaria en el cilindro)}$$

$$F_2 = 30\text{kgf}/0.4$$

$$F_2 = 75\text{kgf}$$

Para calcular la fuerza teórica del cilindro se aplica la **ecuación 1.19**.

$$F_T = \frac{F_2}{\mu} \text{ (Fuerza teorica)}$$

$$F_T = 75\text{kgf}/0.5$$

$$F_T = 150 \text{ kgf}$$

En el cálculo del área se aplica la **ecuación 1.20** para el avance:

$$A_s = \frac{\pi D^2}{4 * 100} \text{ cm}^2 \text{ En avance}$$

$$A_s = \frac{\pi 3.2^2}{4 * 100} \text{ cm}^2$$

$$A_s = 0.08 \text{ cm}^2 = 0.8 \text{ mm}^2$$

Para el retroceso se aplica la **ecuación 1.21**

$$A_r = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4 \cdot 100} \text{ cm}^2 \text{ En retroceso}$$

$$A_r = \frac{\pi(3.2^2 - 0.2^2)}{4 \cdot 100} \text{ cm}^2$$

$$A_r = 0.08 \text{ cm}^2 = 0.8 \text{ mm}^2$$

### 3.5.5.3.3.- Consumo de aire del cilindro neumático

El cálculo del consumo de aire para un cilindro de doble efecto se obtiene del volumen del cilindro a utilizar para lo cual tenemos la siguiente **ecuación 1.23**:

$$V_{\text{cil}} = \frac{\pi * (2D^2 - d^2)}{4} \times L$$

$$V_{\text{cil}} = \frac{\pi * (2(3.2)^2 - 0.2^2)}{4} \times 4 \text{ cm}$$

$$V_{\text{cil}} = 64.2 \text{ cm}^3$$

Y para determinar el volumen del aire que consume el cilindro neumático se aplica la siguiente **ecuación 1.24**:

$$V_{\text{aire}} = \frac{P_{\text{abs}} * V_{\text{cil}}}{P_{\text{atm}}}$$

$$V_{\text{aire}} = \frac{25 \text{ Kg/cm}^2 * 64.21 \text{ cm}^3}{1.2 \text{ Kg/cm}^2}$$

$$V_{\text{aire}} = 13.4 \text{ cm}^3$$

#### 3.5.5.3.4.- Calculo de caudal

Para calcular el caudal del cilindro neumático se aplica la **ecuación 1.25**.

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$Q = \frac{0.2 \text{ l}}{1 \text{ min}}$$

$$Q = 0.2 \text{ l/min}$$

### 3.5.5.3.- Selección del actuador neumático

Mediante los cálculos realizados se estableció que el cilindros neumáticos para el sellado vertical debe ser compacto por la cual se selecciona un pistón marca **CHANTO MADE TAIWAN JB 32\*20** sus características se muestran en el **ANEXO 7**, en el sellado horizontal se utiliza un cilindro neumático marca **SMC CGIBA50-50**, las características se muestran en el **ANEXO 8** y para el arrastre se utiliza el cilindro neumático **SMC 60\*240** las características se muestran en el **ANEXO 9**.

### 3.5.6.-Reducción de velocidad

Al contar con un motor se realiza los cálculos para determinar si el motor es útil en la aplicación de la máquina, ver En la figura N.-17 donde se muestra la placa de datos del motor:

**FIGURA N.-17**

**PLACA DE DATOS DEL MOTOR**



**FUENTE:** Grupo investigador

### 3.5.7.- Selección de los diámetros de las poleas para el tornillo sin fin

Para la seleccionar el diámetro de las poleas se utiliza la de relación de transmisión **ecuación 1.27**

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

La reducción de la velocidad y el aumento del torque se realiza mediante poleas y bandas, en este caso se utiliza la banda y poleas para la transmisión de potencia por motivo de diseño el diámetro de la patea conductora y conducida es 1 y 5 pulg.

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

$$w_2 = \frac{w_1 D_1}{D_2}$$

$$w_2 = \frac{3350 \text{ RPM}(1\text{pulg})}{5\text{pulg}}$$

$$w_2 = 670 \text{ RPM}$$

Para tener un mejor control de la velocidad del motor se utilizo un variador de frecuencia, que posteriormente será justifica las características.

### 3.5.7.1.- Longitud de la banda para transmisión de potencia

Para calcular la longitud de la banda se aplica la ecuación 1.28, para lo cual se toma una distancia entre centro de 11 pulg.

$$L = 2 * C + 1.57(D + d) + \frac{(D - d)^2}{4 * C}$$

$$L = 2(8plg) + 1.57(5plg + 1plg) + \frac{(5plg - 1plg)^2}{4(8plg)}$$

$$L = 2(8plg) + 1.57(5plg + 1plg) + \frac{(5plg - 1plg)^2}{4(8plg)}$$

$$L = 25,92 \text{ pulg}$$

La longitud de acuerdo a las correas existentes en el mercado es:

$$\text{Correa para la banda} = 27 \text{ pulg}$$

### 3.5.8.-Selección de la chumacera

La selección de la chumacera se realiza de acuerdo a la carga que este va a soportar en este caso las cargas son radiales. Cabe mencionar que se debe hacer

una selección cuidadosa teniendo en cuenta que se pretende trabajar con materiales que cumplan estándares establecidos de higiene.

Se ha decidido elegir un chumacera de la marca skf con designación TR de la serie P 204 las características se muestra en el **ANEXÓ 10**.

Este modelo es conveniente para el propósito que se persigue en el diseño ya que las chumaceras se auto- lubrica mediante una grasa común.

Se requiere una chumacera en cada extremo del tornillo sinfin. Esto quiere decir que se tendrá dos en todo el sistema de dosificado.

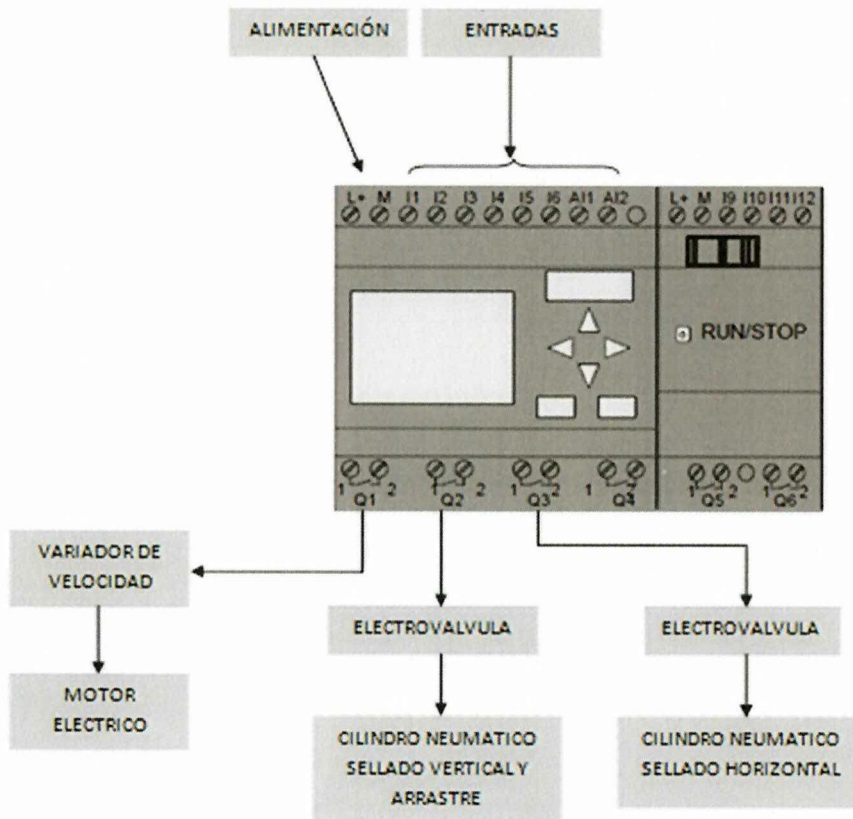
### **3.5.9.- Selección del variador**

Conociendo las características del motor a utilizar para el dosificado nos dirigimos al **ANEXO 11** y se decide utilizar un variador de velocidad **LS tipo SV015Ig5A-2** por las características que este presenta.

### **3.5.10.- Selección del plc logo**

Para la selección del plc logo, se analiza las entras del logo ya sea análogos o digitales en este caso se necesitó 8 entrada digitales y salidas 4 salidas a relés, se decide seleccionar un logo **DM8 239R** las características se pueden observar en el **ANEXO 12**.

Adicional a esto en el siguiente esquema se puede visualizar el diseño e implementación eléctrica y electrónica de la comunicación logo - variador de frecuencia –electroválvulas.



### 3.6.- CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA.

#### 3.6.1.-CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA ENVASADORA.

Ya seleccionado el material para la construcción, que es tubo de acero cuadrado ASTM 513 20 x 2, se procedió a realizar los respectivos cortes con las medidas especificadas en el plano UTC-001-100 **VER ANEXO 13** las mismas que luego pasaron a un proceso de armado y soldado como se puede visualizar en el Grafico N.-18 A y Grafico.-18 B, se utilizó soldadura por arco eléctrico teniendo

en cuenta que el punteado de las piezas se realizó con el electrodo 6011 y para el acabado respectivo se realizó con electrodo 6013.

**GRAFICO N.-18 A**

**PUNTEADO DE LA ESTRUCTURA**



**FUENTE: Grupo investigador**

**GRAFICO N.- 18B**

**SOLDADO DE ESTRUCTURA**



**FUENTE: Grupo investigador**

**GRAFICO N.-19**

**SOLDADURA DE LAS BASES PARA EL MOTOR**



**FUENTE: Grupo Investigador**

Luego se realizó el proceso de acabado realizando un pulido de rebabas y escorias producto de la soldadura, el mismo proceso se lo realizo con una máquina amoladora y partes de difícil acceso con limas apropiadas. Como se puede observar en el gráfico N.-20

### **GRAFICO N.-2º**

#### **PULIDO DE LA ESTRUCTURA**



**FUENTE: Grupo investigador**

#### **3.6.2.-CONSTRUCCIÓN DE LA TOLVA.**

La tolva para almacenar el producto alimenticio se lo construyo en plancha de acero inoxidable 304 de 1.2mm de espesor, también el transportador de producto es de tubo redondo inoxidable 304 de 1 ½ pul. Tomando en cuenta ya el diseño (**VER ANEXO 13** Plano UTC-001-500-600) se procedió a realizar los respectivos cortes, dobleces y su respectiva suelda con soldadura tig, como se muestra en el grafico N.- 21 La misma que es la adecuada y recomendada para este tipo de producto.

## **GRAFICO N.-21**

### **CONSTRUCCIÓN DE LA TOLVA**



**FUENTE:** Grupo Investigador

Se realizó el respectivo acabado de la tolva como se muestra en el grafico N.-22

## **GRAFICO N.- 22**

### **ACABADO DE LA TOLVA**

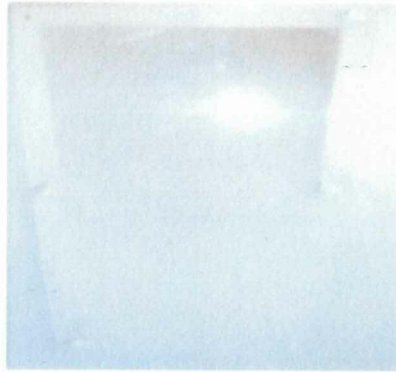


**FUENTE:** Grupo investigador

Cabe mencionar que se realizó un corte en la parte frontal de la tolva con el objetivo de poder visualizar la cantidad de producto existente, para aquello se utilizó mica de 4mm de espesor la misma que fue empernada a la tolva. Ver grafico N.- 23

### **GRAFICON.- 23**

#### **VISOR DE LA TOLVA**



**FUENTE: Grupo Investigador**

Adicional a esto se procede a soldar una pequeña platina de aluminio a la parte frontal del tubo de acero inoxidable 304 de 3 pul x 3mm de espesor **VER ANEXO N.-13** Plano UTC-001-600-700 que va a servir para arrastrar la funda, la misma que fue maquinada en una fresadora como se observa en el graficoN.-24 ya que debe ser de una superficie exacta porque esta va a servir como base para el sellado vertical de la funda.

### **GRAFICO N.-24**

#### **FRESADO DEL TUBO TRANSPORTADOR**



**FUENTE: Grupo investigado**

### 3.6.3.-CONSTRUCCIÓN DEL TORNILLO SIN FIN.

El material utilizado para la construcción del tornillo dosificador es eje de acero inoxidable de 1 ½ por 400 mm de longitud teniendo ya todo el diseño (**VER ANEXO 13** plano UTC-001-500-602) se procedió a realizar el respectivo maquinado con las operaciones tales como fueron refrentado, punteado para el respectivo cilindrado del eje ya que debe tener un margen de tolerancia del  $\pm 0.5$  debido a que el tubo transportador es de 1 ½ y el eje del mismo valor para que tenga fluencia al momento del transporte , luego se procedió a realizar el respectivo filete de diente como se muestra en el grafico N.-25 A y 25 B

**GRAFICO N.-25 A**

#### **CONSTRUCCIÓN DEL HILO DEL TORNILLO SIN FIN**



**FUENTE:** Grupo investigador

**GRAFICON.- 25B**

#### **MEDICIÓN**



**FUENTE:** Grupo investigador

### 3.6.4.-CONSTRUCCIÓN DEL CUELLO FORMADOR.

Realizado los cálculos correspondientes y diseño como se muestra en el **ANEXO 13** plano UTC-001-600-701 se procede a la construcción del cuello formador utilizando plancha de acero inoxidable 304 de un espesor de 1mm, en la misma

realizando operaciones básicas como corte, barolada, soldadura y pulida como se muestra en el gráfico N.- 26

### **GRAFICO N.-26**

#### **CUELLO FORMADOR TERMINADO**



**FUENTE: Grupo investigador**

#### **3.6.5.-CONSTRUCCIÓN DE LA PRENSA VERTICAL.**

Según el diseño establecido **VER ANEXO 13** (Plano UTC-001-300) se procede a cortar una barra de aluminio y a realizar sus respectivos perforaciones para el sistema de refrigeración, también para acoplar el actuador neumático y a la vez perforaciones para las bases de los templadores para las niquelinas para el proceso de corte como se puede observar en el gráfico 27.

### **GRAFICO N.- 27**

#### **PRENSA VERTICAL**



**FUENTE: Grupo investigado**

### **3.6.6.-CONSTRUCCIÓN DE LA PRENSA HORIZONTAL Y ARRASTRE.**

Para la construcción de las prensa horizontal y arrastre ver **ANEXOS 13** se procede a cortar la plancha de acero AISI 1018 de un espesor de 3mm para la base para el actuador neumático que permitirá el arrastre de la funda, corte y maquinado de nailon redondo para las guías para la movilidad del esfuerzo del pistón adicional a esto tenemos dos barras de acero dulce como guías para el desplazamiento del embolo del el pistón ver grafico 28.

**GRAFICO N.- 28**

#### **PRENSA HORIZONTAL Y SISTEMA DE ARRASTRE CONCLUIDO**



**FUENTE: Grupo investigador**

### **3.6.7.-CONEXIONES ELECTRICAS Y PROGRAMACIÓN.**

Para realizar las conexiones eléctricas y la programación se deberá realizar los esquemas de mando y control como se muestra en el **ANEXO 14**.

## CONCLUSIONES.

- Al concluir este trabajo practico de tesis, se diseñó, construyo y automatizo una máquina envasadora para producto alimenticio, utilizando elementos y dispositivos modernos y de fácil acceso en el mercado que servirá para implementar el laboratorio de la carrera de Ingeniería Agroindustrial de la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.
- El haber realizado este trabajo práctico nos ha ayudado en el enriquecimiento de nuestros conocimientos para que en lo posterior nos sirva de bases firmes en la aplicación de los mismos, en la construcción de otras máquinas.
- Con este proyecto de tesis, se motiva a los estudiantes para que puedan realizar prácticas de laboratorio sin tener que trasladarse a otros lugares fuera de la Provincia para que de esta manera actualicen constantemente sus conocimientos científicos y tecnológicos a nivel de la automatización industrial y así tengan la capacidad de resolver los problemas que se presentan en el ámbito profesional.
- A través de cálculos, investigación de libros, folletos, catálogos, internet y consultas con profesionales entendidos de la materia se pudo seleccionar los materiales, equipos y elementos para llevar a cabo la construcción y automatización de la máquina envasadora.
- Mediante el panel de control se puede realizar el diferente cambio para poder dosificar dos cantidades diferente de polvo tanto 50g y 100g.

## RECOMENDACIONES.

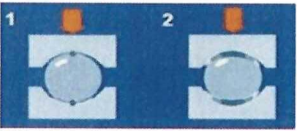

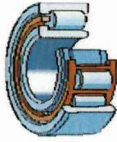


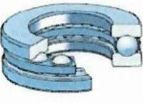
- Para la selección y compra de material, equipos y elementos se debe tomar en cuenta capacidad y características de las mismas, que sean de fácil acceso en el mercado.
- Antes de realizar prácticas en la máquina envasadora se recomienda leer cuidadosamente y minuciosamente el manual de operación y funcionamiento de la misma VER ANEXO N.- 15.
- Antes de manipular el PLC LOGO leer el manual de funcionamiento de la máquina con el fin de no desprogramar el sistema.
- Para las debidas conexiones electrónicas al realizar en el LOGO PLC se recomienda seguir las especificaciones o recomendaciones por el fabricante.
- Se debe realizar un mantenimiento preventivo anual de la máquina envasadora con el fin de alargar la vida útil de la misma.

# ANEXOS

ANEXO N.- 1

TIPOS DE RODAMIENTO

Fuente: <http://www.latinrodamientos.com/files/rodamientos.pdf>

Tipos de rodamientos	Gráficos	Capacidad de carga radial	Capacidad de carga de empuje
Una hilera de bolas con ranura profunda		Buena	Regulas
Doble hilera de bolas, ranura profunda		Excelente	Buena
Contacto angular		Buena	Excelente
Rodillo cilíndricos		Excelente	Mala
Agujas		Excelente	Mala
Rodillo Y		Excelente	Regular o buena
Rodillo cónico		Excelente	Excelente
Axiales		Mala	Excelente

## ANEXO 2

### GUÍAS DE ENCUESTAS PARA LA INVESTIGACIÓN DE CAMPO

#### GRUPO DE INVESTIGACIÓN

#### UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

#### UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS



#### INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

**Objetivo:** Determinar si la construcción de la máquina envasadora de polvos alimenticios molido y seco de 50g y 100g, es factible y a la vez si esta permitirá conformar un equipo didáctico para la implementación del laboratorio de la Carrera de Ingeniería Agroindustria.

**Dirigido:** A los estudiante.

**Instrucciones:** Para llenar el cuestionario se pide contestar las preguntas con la mayor sinceridad posible, puesto que de sus respuestas depende los buenos resultados obtenidos en la investigación. Para llenar marque con una (X) la opción que usted crea conveniente.

## CUESTIONARIO

1.- ¿Con que frecuencia Ud. realiza prácticas de laboratorio referente a la dosificación y pesaje de un producto?

Semanal.

Quincenal

Mensual

2.- ¿Cree Ud. que sea viable la construcción de la máquina envasadora para polvos de productos alimenticios molido y seco, para la implementación de laboratorio en la Carrera de Ingeniería Agroindustrial?

Si

No

Tal vez

Porque.....

3.- El diseño y construcción de la máquina envasadora automática de polvos alimenticios molido y seco. ¿Será de beneficio para el laboratorio de la Carrera de Ing. Agroindustrial?

Si

No

Tal vez

Porque.....

4.- Al contar con la máquina envasadora de polvo alimenticio molido y seco. ¿Les servirá como medio de aprendizaje?

Si

No

Tal vez

Porque.....

5.- ¿Cuál debería ser la capacidad de envasado promedio por minutos de la máquina envasadora, para la práctica de procesos agroindustriales?

5 fundas/min

7 fundas/min

10 fundas/min

Porque.....

6.- Al realizar prácticas en la máquina envasadora. ¿Cree Ud. que mejorara el conocimiento profesional?

Si

No

Tal vez

Porque.....

7.- ¿Considera Ud. que la máquina debe ser construida con materiales adecuados para productos alimenticios cumpliendo así estándares de calidad?

Si

No

Tal vez

Porque.....

8.- Al implementar una máquina envasadora en el laboratorio de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial. ¿Cree Ud. que le permitirá mejorar sus habilidades y destrezas?

Si

No

Tal vez

Porque.....

**ANEXO 3**

**DATOS DE LA ENCUESTA APLICADA A LOS ESTUDIANTES DE LA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL.**

**FUENTE: GRUPO INVESTIGADOR**

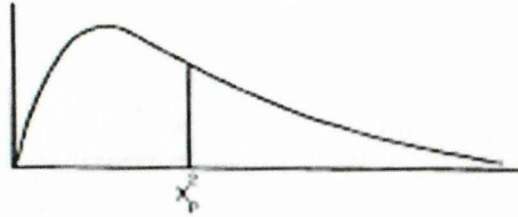
<b>PRIMERA PREGUNTA</b>							
<b>ITEMS</b>	<b>1<sup>er</sup> ciclo</b>	<b>2<sup>do</sup> ciclo</b>	<b>3<sup>er</sup> ciclo</b>	<b>4<sup>to</sup> ciclo</b>	<b>6<sup>to</sup> ciclo</b>	<b>8<sup>vo</sup> ciclo</b>	<b>TOTAL</b>
Semanal	4	2	0	1	1	16	24
Quincenal	9	4	0	8	7	9	37
Mensual	13	13	24	9	23	2	84
<b>SEGUNDA PREGUNTA</b>							
Si	23	18	24	17	31	27	140
No	1	1	0	0	0	0	2
Tal vez	2	0	0	1	0	0	3
<b>TERCERA PREGUNTA</b>							
Si	24	19	24	17	30	27	141
No	0	0	0	0	0	0	0
Tal vez	2	0	0	1	1	0	4
<b>CUARTA PREGUNTA</b>							
Si	25	19	24	17	30	27	142
No	1	0	0	0	0	0	1
Tal vez	0	0	0	1	1	0	2
<b>QUINTA PREGUNTA</b>							
5 Fund.	5	6	3	1	4	5	24
7 Fund.	10	4	1	4	3	15	37
10 Fund.	11	9	20	13	24	7	84
<b>SEXTA PREGUNTA</b>							
Si	23	19	24	17	31	27	141
No	1	0	0	1	0	0	2
Tal vez	2	0	0	0	0	0	2
<b>SÉPTIMA PREGUNTA</b>							
Si	23	19	24	18	31	27	142
No	3	0	0	0	0	0	3
Tal vez	0	0	0	0	0	0	0
<b>OCTAVA PREGUNTA</b>							
Si	20	19	23	15	29	26	132
No	1	0	0	0	0	0	1
Tal vez	5	0	1	3	2	1	12

## ANEXO 4

### DISTRIBUCION DEL CHI-CUADRADO

**FUENTE: FUNDAMENTO DE ESTADÍSTICA BÁSICA SEGUNDA  
EDICIÓN 2008**

**PERCENTILES ( $\chi^2_p$ )  
DE LA  
DISTRIBUCIÓN CHI-CUADRADO  
CON  $v$  - GRADOS DE LIBERTAD  
(ÁREA SOMBREADA =  $p$ )**



$v$	$\chi^2_{0.995}$	$\chi^2_{0.99}$	$\chi^2_{0.975}$	$\chi^2_{0.95}$	$\chi^2_{0.9}$	$\chi^2_{0.8}$	$\chi^2_{0.7}$	$\chi^2_{0.6}$	$\chi^2_{0.5}$	$\chi^2_{0.4}$	$\chi^2_{0.3}$	$\chi^2_{0.2}$	$\chi^2_{0.1}$	$\chi^2_{0.05}$	$\chi^2_{0.025}$	$\chi^2_{0.01}$
1	7.88	6.63	5.02	3.84	2.71	1.32	0.455	0.100	0.0158	0.0009	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	10.6	9.21	7.38	5.99	4.61	2.77	1.39	0.575	0.211	0.103	0.0609	0.0301	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100
3	12.8	11.3	9.35	7.81	6.25	4.11	2.37	1.21	0.534	0.552	0.216	0.115	0.072	0.072	0.072	0.072
4	14.9	13.5	11.1	9.49	7.78	5.39	3.36	1.82	1.06	0.711	0.484	0.297	0.207	0.207	0.207	0.207
5	16.7	15.1	12.8	11.1	9.24	6.55	4.35	2.07	1.61	1.15	0.631	0.554	0.412	0.412	0.412	0.412
6	18.5	16.8	14.4	12.6	10.6	7.84	5.35	3.45	2.20	1.64	1.24	0.872	0.676	0.676	0.676	0.676
7	20.3	18.5	16.0	14.1	12.0	9.04	6.35	4.25	2.83	2.17	1.64	1.26	0.868	0.868	0.868	0.868
8	22.0	20.1	17.5	15.5	13.4	10.2	7.34	5.07	3.43	2.73	2.18	1.66	1.34	1.34	1.34	1.34
9	23.6	21.7	19.0	16.9	14.7	11.4	8.34	5.90	4.17	3.33	2.70	2.00	1.73	1.73	1.73	1.73
10	25.2	23.2	20.5	18.3	16.0	12.5	9.34	6.74	4.87	3.84	3.25	2.55	2.16	2.16	2.16	2.16
11	26.8	24.7	21.9	19.7	17.3	13.7	10.3	7.58	5.58	4.57	3.82	3.05	2.60	2.60	2.60	2.60
12	28.3	26.2	23.3	21.0	18.5	14.8	11.3	8.44	6.30	5.23	4.40	3.57	3.07	3.07	3.07	3.07
13	29.8	27.7	24.7	22.4	19.5	16.0	12.3	9.30	7.04	5.89	5.01	4.11	3.57	3.57	3.57	3.57
14	31.3	29.1	26.1	23.7	21.1	17.1	13.3	10.2	7.79	6.57	5.63	4.66	4.07	4.07	4.07	4.07
15	32.8	30.6	27.5	25.0	22.3	18.2	14.3	11.0	8.55	7.26	6.26	5.25	4.60	4.60	4.60	4.60
16	34.3	32.0	28.9	26.3	23.5	19.4	15.3	11.9	9.31	7.95	6.91	5.81	5.14	5.14	5.14	5.14
17	35.7	33.4	30.2	27.6	24.8	20.5	16.3	12.8	10.1	8.67	7.56	6.41	5.70	5.70	5.70	5.70
18	37.2	34.8	31.5	28.9	26.0	21.6	17.3	13.7	10.9	9.39	8.20	7.01	6.26	6.26	6.26	6.26
19	38.6	36.2	32.9	30.1	27.2	22.7	18.3	14.6	11.7	10.1	8.81	7.63	6.84	6.84	6.84	6.84
20	40.0	37.6	34.2	31.4	28.4	23.8	19.3	15.5	12.4	10.9	9.39	8.26	7.43	7.43	7.43	7.43
21	41.4	38.9	35.5	32.7	29.6	24.9	20.3	16.3	13.2	11.6	10.3	8.80	8.03	8.03	8.03	8.03
22	42.8	40.3	36.8	33.9	30.8	26.0	21.3	17.2	14.0	12.3	11.0	9.34	8.64	8.64	8.64	8.64
23	44.2	41.6	38.1	35.2	32.0	27.1	22.3	18.1	14.8	13.1	11.7	10.2	9.26	9.26	9.26	9.26
24	45.6	43.0	39.4	36.4	33.2	28.2	23.3	19.0	15.7	13.8	12.4	10.9	9.89	9.89	9.89	9.89
25	46.9	44.3	40.7	37.7	34.4	29.3	24.3	19.9	16.5	14.6	13.1	11.5	10.5	10.5	10.5	10.5
26	48.3	45.6	41.9	38.9	35.6	30.4	25.3	20.8	17.3	15.4	13.8	12.2	11.2	11.2	11.2	11.2
27	49.6	47.0	43.2	40.1	36.7	31.5	26.3	21.7	18.1	16.2	14.6	12.9	11.8	11.8	11.8	11.8
28	51.0	48.3	44.5	41.3	37.9	32.6	27.3	22.7	18.9	16.8	15.3	13.6	12.5	12.5	12.5	12.5
29	52.3	49.6	45.7	42.6	39.1	33.7	28.3	23.6	19.8	17.7	16.0	14.3	13.1	13.1	13.1	13.1
30	53.7	50.9	47.0	43.8	40.3	34.8	29.3	24.5	20.6	18.5	16.8	15.0	13.8	13.8	13.8	13.8
40	66.8	63.7	59.3	55.8	51.8	45.6	39.3	33.7	29.1	25.6	24.4	22.2	20.7	20.7	20.7	20.7
50	79.5	76.2	71.4	67.5	63.3	56.3	49.3	42.9	37.7	34.8	32.4	29.7	28.0	28.0	28.0	28.0
60	92.0	88.4	83.3	79.1	74.4	67.0	59.3	52.3	46.5	43.2	40.5	37.5	36.5	36.5	36.5	36.5
70	104.2	100.4	95.0	90.5	85.5	77.6	69.3	61.7	55.8	51.7	48.0	45.4	43.3	43.3	43.3	43.3
80	116.3	112.3	106.8	101.9	96.6	88.1	79.3	71.1	64.5	60.4	57.2	53.5	51.2	51.2	51.2	51.2
90	128.3	124.1	118.1	113.1	107.6	99.6	89.3	82.8	73.3	68.1	64.5	61.8	59.2	59.2	59.2	59.2
100	140.2	135.8	129.6	124.3	118.5	109.1	99.3	91.1	82.4	77.9	74.2	70.1	67.3	67.3	67.3	67.3

## ANEXO 5

### PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ACERO INOXIDABLE 304

<http://www.sumiteccr.com/Aplicaciones/Articulos/pdfs/AISI%20304.pdf>

#### ACERO INOXIDABLE 304 (UNS S30400)

1. Descripción: este es el más versátil y uno de los más usados de los aceros inoxidable de la serie 300. Tiene excelentes propiedades para el conformado y el soldado. Se puede usar para aplicaciones de embutición profunda, de rolado y de corte. Tiene buenas características para la soldadura, no requiere recocido tras la soldadura para que se desempeñe bien en una amplia gama de condiciones corrosivas. La resistencia a la corrosión es excelente, excediendo al tipo 302 en una amplia variedad de ambientes corrosivos incluyendo productos de petróleo calientes o con vapores de combustión de gases. Tiene excelente resistencia a la corrosión en servicio intermitente hasta 870 °C y en servicio continuo hasta 925°C. No se recomienda para uso continuo entre 425 - 650°C pero se desempeña muy bien por debajo y por encima de ese rango.

2. Normas involucradas: ASTM A 276

3. Propiedades mecánicas: Resistencia a la fluencia 310 MPa (45 KSI)  
Resistencia máxima 620 MPa (90 KSI)  
Elongación 30 % (en 50mm)  
Reducción de área 40 %  
Módulo de elasticidad 200 GPa (29000 KSI)

4. Propiedades físicas: Densidad 7.8 g/cm<sup>3</sup> (0.28 lb/in<sup>3</sup>)

5. Propiedades químicas: 0.08 % C máx  
2.00 % Mn  
1.00 % Si  
18.0 - 20.0 % Cr  
8.0 - 10.5 % Ni  
0.045 % P  
0.03 % S

6. Usos: sus usos son muy variados, se destacan los equipos para procesamiento de alimentos, enfriadores de leche, intercambiadores de calor, contenedores de productos químicos, tanques para almacenamiento de vinos y cervezas, partes para extintores de fuego.

7. Tratamientos térmicos: este acero inoxidable no puede ser endurecido por tratamiento térmico. Para el recocido, caliente entre 1010 y 1120°C y enfrie rápidamente.

**NOTA:**

Los valores expresados en las propiedades mecánicas y físicas corresponden a los valores promedio que se esperan cumplir el material. Tales valores son para orientar a aquellos personas que vayan a diseñar o construir algún componente o estructura pero en ningún momento se deben considerar como valores definitivos exactos para su uso en el diseño.

ACERO INOXIDABLE- AISI 304

## ANEXO 6

### CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS CILINDROS DE DOBLE EFECTO

FUENTE: [http://books.google.com.ec/books?id=x\\_ANfBeC6z8C&pg=PA31&dq=actuadores+neumaticos&hl=es&sa=X&ei=YPeXUcK\\_CYTW9QSPk4DwBQ&ved=0CCwQ6AEwAA](http://books.google.com.ec/books?id=x_ANfBeC6z8C&pg=PA31&dq=actuadores+neumaticos&hl=es&sa=X&ei=YPeXUcK_CYTW9QSPk4DwBQ&ved=0CCwQ6AEwAA)

# Emb mm	# Vas mm	Carreras estandar mm	Fuerza avance en Kp a.			Fuerza retroceso en Kp a.			Consumo por ciclo en cm <sup>3</sup> /mm a.		
			4 bar	6 bar	8 bar	4 bar	6 bar	8 bar	4 bar	6 bar	8 bar
10	4	15-25-50	3.12	4.68	6.24	2.64	3.96	5.28	0.72	1.01	1.30
16	6	15-25-50-75	8	12	16	6.8	10.2	13.6	1.93	2.70	3.50
20	8	15-25-50-75	12.5	18.8	25.1	10.5	15.8	21.1	2.90	4.10	5.20
25	10	15-25-50-75-100	19.6	29.4	39.2	16.5	24.7	33	4.50	6.30	8.10
32	12	25-50-75-100-150 200-250-300	32	48	64	27.2	40.8	53.4	7.72	10.8	14.0
40	16	25-50-75-100-150 200-250-300	50	75.2	100	42	63.2	84.4	11.6	16.4	20.8
50	18	50-75-100-150-200 250-300	78.4	117.6	156.8	66	98.8	132	18	25.2	32.4
63	22	50-75-100-150-200 250-300	126	189	252	111.2	166.8	222.4	30.4	42.5	55.1
80	22	50-75-100-150-200 250-300	204.8	307.2	409.6	189.2	283.8	376.4	46.4	65.6	83.2
100	30	50-75-100-150-200 250-300	320	480	640	292	438	584	72	100.8	129.6

## ANEXO 7

### CARACTERÍSTICAS DEL CILINDRO SELLADO VERTICAL

FUENTE: [http://www.smc.eu/portal/NEW\\_EBP/05\)Standard\\_Air\\_Cylinder/5.2\)Estandard\\_Air\\_Cylinder\\_/f\)CQM/CQM\\_ES.pdf](http://www.smc.eu/portal/NEW_EBP/05)Standard_Air_Cylinder/5.2)Estandard_Air_Cylinder_/f)CQM/CQM_ES.pdf)

# Junta flotante/Para cilindros compactos Serie JB

#### Características técnicas

Presión de trabajo	Cilindro compacto presión de aire ≤1MPa
Rango de trabajo	



#### Modelo/Características técnicas

Modelo	ø cilindro (mm)	Tamaño nominal rosca cilindro	Fuerza de trabajo máx. (tensión/compresión) (N)		Sierros admisible U (mm)	Ángulo: 15°
			Lado compresión	Lado tensión		
JB12-3-050	12	M3	112	112	0.5	
JB16-4-070	16	M4	200	200	0.5	
JB20-5-080	20	M5	1100	300	0.5	
JB25-6-100	25	M6	2500	500	0.5	
JB40-8-125	32/40	M8	6000	1300	0.75	
JB63-10-150	50/63	M10	11000	3100	1	
JB80-16-200	80	M16	18000	5000	1.25	
JB100-20-250	100	M20	26000	7900	2	
JB140-22-250	125/140	M22	54000	15300	2.5	
JB160-24-300	160	M24	71000	20000	3	

#### Forma de pedido

JB 40 — 8-125

Cilindro compacto / rosca hembra		Tamaño nominal rosca	
ø cilindro aplicable (mm)	Simbol	Tamaño nominal rosca	Tamaño nominal rosca cilindro
12		3-050	M3
16		4-070	M4
20		5-080	M5
25		6-100	M6
40	32/40	8-125	M8
63	50/63	10-150	M10
80	80	16-200	M16
100	100	20-250	M20
140	125/140	22-250	M22
160	160	24-300	M24

#### ⚠ Precauciones

##### Montaje

##### ⚠ Atención

① Para aflojar las roscas macho del vástago en las roscas hembras del conector o de la cubierta, asegúrese de no llegar al tope. Si se usa la junta flotante con su vástago haciendo tope, el perno no será capaz de frotar, causando daños. Véase las dimensiones (pág. 4-27) para la profundidad de las roscas hembra. Como norma, después de que el vástago haga tope, desenrosque de 1 a 2 vueltas.

② Si se quiere usar una junta flotante para conectar el vástago al cuerpo accionado, sujételo aplicando un par de giro adecuado para el tamaño de rosca. Si además, hay riesgo de aflojamiento durante el funcionamiento, tome medidas para evitarlo, como por ejemplo usando un pasador de bloqueo o un adhesivo de rosca. Al aflojarse la parte conectada, el cuerpo accionado podría perder el control o caerse, originando daños en el equipo y al personal.

##### Mantenimiento

##### ⚠ Atención

③ No lo vuelva a utilizar si se ha desmontado. Si se aplica un adhesivo de gran fuerza a la parte de la conexión que está roscada para evitar que se afloje no debe ser desmontada. Si se desmonta con mucha fuerza, podría originar daños.

## ANEXO 8

### SELLADO HORIZONTAL

Fuente: [http://www.smc.eu/portal/NEW\\_EBP/05%29Standard\\_Air\\_Cylinder/5.2%29Estandard\\_Air\\_Cylinder\\_/d%29C55/C55\\_ES.pdf](http://www.smc.eu/portal/NEW_EBP/05%29Standard_Air_Cylinder/5.2%29Estandard_Air_Cylinder_/d%29C55/C55_ES.pdf)

#### Actuadores Neumáticos

Cilindros ISO 6431, Ø32 a Ø 200 mm

#### CARACTERISTICAS TECNICAS:

- Cilindros de Doble efecto, aptos aplicaciones NON-LUBE, sin lubricación adicional
- Conformes a normas ISO 6431 y DIN 24335 / VDMA
- Versiones: "tubo perfilado" y "sin tensores"
- Presión máxima recomendada: 10 bar
- Temperatura máxima recomendada:
  - 10 °C a + 80 °C, con sellos STD (estándar)
  - 10 °C a + 180 °C, con sellos de Viton.
- Fluido: aire comprimido filtrado, lubricado o no.
- Diámetros de tubo: 32, 40, 50, 63, 80 y 100 mm, otros: 125, 160 y 200 mm, sobre consulta.
- Carreras: según solicitud hasta 2000 mm; carreras mayores sobre consulta.
- Montajes: variados modelos normalizados.
- Material del tubo: aluminio anodizado
- Material del vástago: acero inoxidable (STD en 32 y 40 mm) y acero SAE 1045 cromado.



#### TOLERANCIA EN CARRERAS:

Ø del cilindro	Carrera (mm)	Tolerancia (mm)
32, 40, 50	< 500	+2 / -0
	500 - 1250	+3,2 / -0
	> 1250	+Carrera x 0.0025 / -0
63, 80, 100	< 500	+2,5 / -0
	500 - 1250	+4 / -0
	> 1250	+Carrera x 0.003 / -0
125, 160, 200	< 500	+4 / -0
	500 - 1250	+5 / -0
	> 1250	Carrera x 0.004 / -0

#### PESO ESTIMADO EN KG

Ø	"carrera cero"	por 5 mm de carrera
32	0.9	0.020
40	0.95	0.025
50	1.92	0.027
63	1.95	0.030
80	3.04	0.042
100	4.02	0.055
125	7.3	0.068
160	12.4	0.107
200	15.5	0.119

#### TABLA DE FUERZAS ESTATICAS TEORICAS (expresadas en Newton - N)

Ø CILINDRO mm	Ø VÁSTAGO mm	SENTIDO	AREA UTIL cm²	PRESIÓN (BAR)									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
32	12	Avance	8,0	78	157	241	313	392	470	549	627	706	784
		Retorno	6,9	67	135	203	270	338	406	473	541	609	676
40	16	Avance	12,5	122	245	375	490	613	735	858	981	1103	1226
		Retorno	10,5	103	206	309	412	515	618	721	824	927	1030
50	20	Avance	19,6	192	384	587	769	951	1153	1345	1538	1730	1922
		Retorno	16,5	161	323	485	647	809	971	1133	1294	1456	1618
63	20	Avance	31,2	306	612	932	1224	1530	1836	2142	2448	2754	3060
		Retorno	26,0	279	549	824	1098	1373	1648	1922	2197	2472	2746
80	25	Avance	50,2	492	984	1506	1969	2452	2954	3447	3939	4432	4924
		Retorno	45,3	444	888	1333	1777	2221	2666	3110	3555	3998	4443
100	25	Avance	78,5	770	1540	2315	3080	3850	4620	5390	6160	6930	7700
		Retorno	73,6	722	1444	2166	2888	3610	4332	5054	5776	6498	7220
125	32	Avance	122,7	982	1963	2945	3927	4909	5890	6872	7854	8836	9817
		Retorno	114,6	917	1835	2752	3670	4587	5504	6422	7339	8257	9174
160	40	Avance	201,1	1608	3217	4825	6434	8042	9651	11259	12868	14476	16085
		Retorno	188,5	1508	3016	4524	6032	7540	9048	10556	12064	13572	15080
200	40	Avance	314,2	2513	5027	7540	10053	12556	15060	17593	20106	22619	25133
		Retorno	301,6	2413	4825	7238	9651	12064	14476	16889	19302	21715	24127



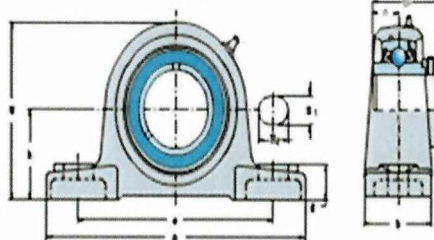
## ANEXO 10

### CARACTERÍSTICAS DELA CHUMACERA

FUENTE: [http://www.kml-bearing.net/products/bearings/mounted\\_bearing\\_units\\_and\\_inserts\\_catalogue.jsp?cat\\_id0=11010106&VersionControl=Spanish](http://www.kml-bearing.net/products/bearings/mounted_bearing_units_and_inserts_catalogue.jsp?cat_id0=11010106&VersionControl=Spanish)



Haga Click para ver la fotografía grande



Haga Click para ver la fotografía grande

Diametro del eje		Dimensiones del limite (metros)										Medida del tornillo	Bearing No.	Housing No.	Mass	Numero de rodamiento
in.	mm	h	a	e	b	s1	s2	g	w	El	n				Kg	KML
1/2		33.3	127	95	38	13	16	15	65	43.5	17	3/8	HC201-8	P204	0.85	HCP201-8
5/8		33.3	127	95	38	13	16	15	65	43.5	17	3/8	HC202-10	P204	0.85	HCP202-10
	20	33.3	127	95	38	13	16	15	65	43.5	17	M10	HC204	P204	0.85	HCP204
3/4		33.3	127	95	38	13	16	15	65	43.5	17	3/8	HC204-12	P204	0.85	HCP204-12
	25	36.6	140	105	38	13	16	16	70	44.3	17.4	M10	HC205	P205	1.06	HCP205
7/8		36.6	140	105	38	13	16	16	70	44.3	17.4	3/8	HC205-14	P205	1.06	HCP205-14
15/16		36.6	140	105	38	13	16	16	70	44.3	17.4	3/8	HC205-15	P205	1.06	HCP205-15
1		36.6	140	105	38	13	16	16	70	44.3	17.4	3/8	HC205-16	P205	1.06	HCP205-16
	30	42.9	165	121	48	17	21	18	83	48.3	18.2	M14	HC206	P206	1.7	HCP206
1-1/16		42.9	165	121	48	17	21	18	83	48.3	18.2	1/2	HC206-17	P206	1.7	HCP206-17
1-1/8		42.9	165	121	48	17	21	18	83	48.3	18.2	1/2	HC206-18	P206	1.7	HCP206-18
1-3/16		42.9	165	121	48	17	21	18	83	48.3	18.2	1/2	HC206-19	P206	1.7	HCP206-19
1-1/4		42.9	165	121	48	17	21	18	83	48.3	18.2	1/2	HC206-20	P206	1.7	HCP206-20
	35	47.6	167	127	48	17	21	19	94	51.1	18.8	M14	HC207	P207	2.25	HCP207
1-1/4		47.6	167	127	48	17	21	19	94	51.1	18.8	1/2	HC207-20	P207	2.25	HCP207-20
1-5/16		47.6	167	127	48	17	21	19	94	51.1	18.8	1/2	HC207-21	P207	2.25	HCP207-21
1-3/8		47.6	167	127	48	17	21	19	94	51.1	18.8	1/2	HC207-22	P207	2.25	HCP207-22
1-7/16		47.6	167	127	48	17	21	19	94	51.1	18.8	1/2	HC207-23	P207	2.25	HCP207-23
	40	49.2	184	137	54	17	25	19	100	56.3	21.4	M14	HC208	P208	2.8	HCP208
1-1/2		49.2	184	137	54	17	25	19	100	56.3	21.4	1/2	HC208-24	P208	2.8	HCP208-24

## ANEXO 11

### CARACTERÍSTICAS DEL VARIADOR LS TIPO SV015IG5A-2

FUENTE: <http://www.manelsa.com.pe/productos/variador-de-frecuencia-ig5a-220vac-2hp-8a>

#### Variadores de Velocidad

 Imprime  Enviar a un amigo

##### Variador de Frecuencia IG5A, 220VAC, 2HP, 8A.

Código / Modelo de producto  
SV015IG5A-2

Marca  
LS Industrial Systems

Línea  
Variadores de Velocidad

SUB LÍNEA  
Variadores

Aplicación:  
El variador IG5A es un variador...[Continuar](#)



DATOS TÉCNICOS	ACCESORIOS	APLICACIONES	DESCARGAS	SOPORTE
----------------	------------	--------------	-----------	---------

**Alimentación:** 200-230VAC (+10%, -15%) Trifásica

**Potencia:** 2HP

**Capacidad de sobrecarga:**

- ▷ 150% por 60 segundos
- ▷ 200% por 30 segundos

**Método de Control Configurable:**

- ▷ Escalar (Bombas y ventiladores).
- ▷ Vectorial (Cargas de alto torque).

**Frecuencia:**

- ▷ Entrada: 50 - 60Hz, +/- 5%.
- ▷ Salida: 0 - 400Hz (portadora de 1-15kHz).

**Temperatura de trabajo:** -10°C a 50°C

**Interfaz de usuario:**

Panel frontal con controles de arranque/parada y potenciómetro digital.

---

**Entradas / Salidas:**

- ✦ 8 entradas digitales (NPN ó PNP).
- ✦ 2 entradas analógicas configurables (-10 a +10VDC, 0 a 20mA).
- ✦ 2 salidas digitales (1 relé, 1 colector abierto).
- ✦ 1 salida analógica multifunción 0-10VDC.
- ✦ 1 Salida de alimentación de 24VDC.

**Funciones:**

- ✦ Arranque y parada suave.
- ✦ Rampa controlada tipo "S".
- ✦ Reconocimiento automático del motor (auto tuning).
- ✦ Frenado dinámico.
- ✦ Control de proceso PID avanzado.
- ✦ JOG.
- ✦ Cambio de giro.
- ✦ Múltiples rampas de aceleración.
- ✦ Rearranque automático.
- ✦ Multivelocidades.
- ✦ Arranque al vuelo.
- ✦ Saltos de frecuencia.
- ✦ Compensación de deslizamiento.
- ✦ Memorización de alarmas y estados.
- ✦ Autodiagnóstico del variador.
- ✦ Protección de parámetros mediante contraseña.
- ✦ Amplificación de torque.
- ✦ Autodiagnóstico.
- ✦ Apagado/encendido automáticos (Sleep y Wake).
- ✦ Configuración de segundo motor.
- ✦ Conexión de resistencia de frenado

### Protecciones:

---

- Sobrevoltaje.
- Bajo voltaje.
- Sobrecorriente.
- Falla a tierra.
- Sobre temperatura (variador & motor).
- Pérdida de fase en entrada.
- Pérdida de fase en salida.
- Sobrecarga.
- Prevención de atascamiento.
- Error de comunicación.
- Pérdida de frecuencia.
- Falla de hardware.
- Ventilación OK.
- Sobrecarga en condensadores (DC LINK).
- Historial de fallas

### Variables de monitoreo:

---

- Frecuencia de salida.
- Corriente de salida.
- Tensión de salida.
- Torque de salida.
- RPM del motor.
- Tensión del bus DC.
- Potencia del motor.
- Estado de entradas digitales.
- Estado de salidas digitales.

### Comunicación:

---

- Puerto RS485.
- Protocolo ModBus RTU integrado.

### Dimensiones:

100mm(Ancho) x 128mm(Alto) x 130mm(Prof)

---

## ANEXO 12

### DATOS TÉCNICOS DEL LOGO DM8 230R

FUENTE:<http://es.scribd.com/doc/16631273/siemens-manual-de-referencia-logo>

*Datos técnicos*

#### A.2 Datos técnicos: LOGO! 230... y LOGO! DM8 230R

	LOGO! 230RC LOGO! 230RCo	LOGO! DM8 230R
<b>Fuente de alimentación</b>		
Tensión de entrada	115...240 V CA/CC	115...240 V CA/CC
Margen admisible	85 ... 265 V CA 100 ... 253 V CC	85 ... 253 V CA 85 ... 253 V CC
Frecuencia de red admisible	47 ... 63 Hz	47 ... 63 Hz
Consumo de corriente		
• 115 V c.a.	10 ... 40 mA	10 ... 30 mA
• 240 V CA	10 ... 25 mA	10 ... 20 mA
• 115 V CC	5 ... 25 mA	5 ... 15 mA
• 240 V CC	5 ... 15 mA	5 ... 10 mA
Compensación de fallos de tensión		
• 115 V CA/CC	tip. 10 ms	tip. 10 ms
• 240 V CA/CC	tip. 20 ms	tip. 20 ms
Potencia disipada en caso de		
• 115 V c.a.	1,1 ... 4,6 W	1,1 ... 3,5 W
• 240 V CA	2,4 ... 6,0 W	2,4 ... 4,8 W
• 115 V CC	0,5 ... 2,9 W	0,5 ... 1,8 W
• 240 V CC	1,2 ... 3,6 W	1,2 ... 2,4 W
Respaldo del reloj a 25 °C	tip. 80 h	
Precisión del reloj de tiempo real	máx. 2s / día	
<b>Entradas digitales</b>		
Cantidad	8	4
Separación galvánica	no	no

	LOGO! 230RC LOGO! 230RCo	LOGO! DM8 230R
Tensión de entrada L1		
• señal 0	<40 V c.a.	<40 V c.a.
• señal 1	>79 V c.a.	>79 V c.a.
• señal 0	< 30 V CC	< 30 V CC
• señal 1	> 79 V CC	> 79 V CC
Intensidad de entrada para		
• señal 0	<0,03 mA	<0,03 mA
• señal 1	>0,08 mA	>0,08 mA
Tiempo de retardo para		
• cambio de 0 a 1	tip. 50 ms	tip. 50 ms
• cambio de 1 a 0	tip. 50 ms	tip. 50 ms
Longitud del conductor (sin blindaje)	100 m	100 m
<b>Salidas digitales</b>		
Cantidad	4	4
Tipo de las salidas	Salidas a relé	Salidas a relé
Separación galvánica	sí	sí
En grupos de	1	1
Activación de una entrada digital	sí	sí
Corriente constante $I_{D1}$	máx. 10 A por relé	máx. 5 A por relé
Carga de lámparas incandescentes (25.000 maniobras) en caso de		
230/240 V CA	1.000 W	1.000 W
115/120 V CA	500 W	500 W
Tubos fluorescentes con dispositivo previo electr. (25.000 histérisis)	10 x 58 W (para 230/240 V c.a.)	10 x 58 W (para 230/240 V c.a.)

	LOGO! 230RC LOGO! 230RC <sub>o</sub>	LOGO! DM8 230R
Tubos fluorescentes compensados convencionalmente (25.000 maniobras)	1 x 58 W (para 230/240 V c.a.)	1 x 58 W (para 230/240 V c.a.)
Tubos fluorescentes no compensados (25.000 maniobras)	10 x 58 W (para 230/240 V c.a.)	10 x 58 W (para 230/240 V c.a.)
Resistencia a cortocircuitos cos 1	Contactador potencia B16 600 A	Contactador potencia B16 600 A
Resistencia a cortocircuitos cos 0,5 a 0,7	Contactador potencia B16 900 A	Contactador potencia B16 900 A
Derating	Ninguno; en todo el margen de temperatura	Ninguno; en todo el margen de temperatura
Conexión de las salidas en paralelo para aumentar la potencia	no admisible	no admisible
Protección de un relé de salida (si se desea)	máx. 16 A, característica B16	máx. 16 A, característica B16
<b>Frecuencia de conmutación</b>		
Mecánica	10 Hz	10 Hz
Carga óhmica/carga de lámparas	2 Hz	2 Hz
Carga inductiva	0,5 Hz	0,5 Hz